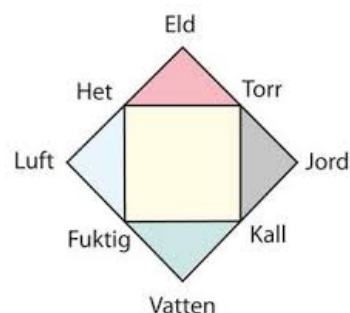
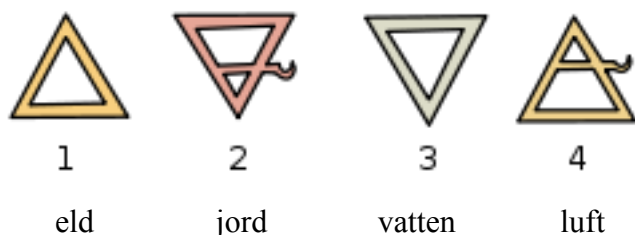


## Jord, eld, luft och vatten – från alkemi till modern kemi

För 2500 år (ca. 500 f.Kr., dvs i början av Järnåldern) sedan skrev filosofen Empedokles från Sicilien sin teori om att världen är uppbyggd av **fyra element** – **jord, luft, eld och vatten**. Empedokles trodde att vår jord innehåller bara dessa element, i olika proportioner. Platon (en grekisk filosof som levde för 2400 år sedan, 400 f.Kr.) gillade idén och beskrev elementen lite tydligare, sedan tog filosofen Aristoteles (grekisk filosof som levde för 2300 år sedan, 300 f.Kr.) över idén och lade till egenskaperna torr, fuktig, het och kall. Det var alltså de gamla grekerna som skrev de första teorierna om världens beståndsdelar – jord, eld, luft och vatten. Sedan var det araberna som utvecklade detta till **alkemi**.



Människorna som levde i södra Europa på medeltiden (400-talet till 1400-talet) såg att allt på jorden utvecklas och förvandlas. Sädskornet växer upp till ett ax, en larv blir en fjäril, en äppelblomma vissnar och blir ett äpple. På samma sätt trodde man att metallerna mognade i jordens inre. Man trodde att de små silverkornen i bergmalm skulle utvecklas till större mängder silver om man bara väntade länge. Man trodde att man kunde förvandla bly till silver, och silver till guld. Den stora drömmen var att hitta metoden för att påskynda metallernas mognad. Med hjälp av ett märkligt ämne som kallades **De vises sten** trodde medeltidsmännen att man skulle kunna förvandla oädla metaller till skinande guld och tjäna förmögenheter. De vises sten påstods också ha förmågan att bota alla sjukdomar och ge evigt liv.

På 1700-talet inser Antoine Laurent de Lavoisier till sin förvåning att vatten inte är ett **grundämne**, utan en **förening (=molekyl)** mellan två gaser vilka han kallar oxygen och hydrogen – syre och väte. Inte nog med det. Luften är inte heller ett grundämne. Scheele inser att luft innehåller en del som går att andas och som underhåller liv och förbränning. Resten är död luft som man kvävs av – kväve. Lavoisier börjar skriva en lista över ämnen som han anser vara ursprungliga och odelbara (=grundämnena). Listan på grundämnena blir allt längre.

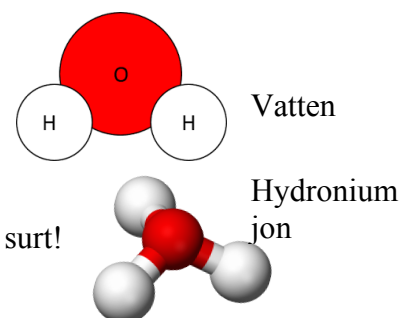


*Alkemistens sökande efter de vises sten", Joseph Wright, 1771.*

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

C = kol (på engelska, **C**arbon)  
O = syre (på engelska, **O**xygen)  
H = väte (på engelska, **H**ydrogen)  
Fe = järn

Vatten kan bilda hydroniumjon (en extra väteatom), vilket gör vattnet surt!



Atomer eller molekyler reagerar med varandra och bildar nya molekyler.

Ny Teknik, 2013-10-23, <http://www.nyteknik.se/teknikrevyn/de-fyra-elementen-6345110>

2

## Frågor att diskutera i små grupper. Anteckna gärna!

|                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Vad är jord egentligen? Hur uppstår jord? Vad är kolets kretslopp?                                                                                                                                                             |
| 2. Vad är eld? Vad behövs för att något ska brinna? Vad är skillnaden mellan att brinna och att smälta?                                                                                                                           |
| 3. Vad är luft? Vad är skillnaden mellan luften vi andas in och den vi andas ut? Vad andas växter för någonting?                                                                                                                  |
| 4. Vad är vatten? Är det en atom eller en molekyl? Hur fungerar vattnets kretslopp?                                                                                                                                               |
| 5. Vid vilken temperatur fryser vatten, och vid vilken temperatur kokar vatten? Varför flyter is ovanpå flytande vatten?                                                                                                          |
| 6. Vad är en metall? Är det en atom eller en molekyl? Ge ett exempel på en metall.                                                                                                                                                |
| 7. Järn är en metall. Var finns järn? Vad händer då järn rostar?                                                                                                                                                                  |
| 8. Vad är en kemisk reaktion? Vad tror du reaktionerna nedan betyder?<br><br>$Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$<br>$C + O_2 \rightarrow CO_2$<br>$CO_2 + H_2O + \text{solljus} \rightarrow C_6H_{12}O_6 (\text{socker}) + O_2 + H_2O$ |
| 9. Vad är pH-skala? Vad mäter man?                                                                                                                                                                                                |

## Laborationer

### A. Hur mycket järn finns det i jord?

1. Samla in jord.
2. Väg in 10 g jord och tillsätt 100 mL vatten.
3. Skaka ordentligt.
4. Filtrera genom ett filterpapper.
5. Mät pH-värdet
6. Tillsätt reagens (vattenlösning av  $(\text{Fe}(\text{CN})_6)^{4-}$ , läraren sköter detta delmoment)
7. Vad blir det för färg? Ju mer färg, desto mer järn finns i jorden.
8. Vi tillsätter mer järn för att se hur färgen blir då. (vattenlösning av Fe (III), läraren sköter detta delmoment)

### B. Vad finns det för insekter i jord?

1. Samla in jord
2. Sprid ut jorden på en vit duk
3. Leta insekter och lägg dem under lupp
4. Räkna och artbestäm så många som du kan, gärna med hjälp av en s.k. bestämningsnyckel

### C. Vad händer då man eldar en pinne utan luft?

Detta experiment gör vi tillsammans vid lägerelden då det börjar skymma!

### D. Kretsloppen för vatten, kol och järn.

Rita en teckning som innehåller jord, eld, luft, vatten och järn. Gärna någon växt också, och småkryp. Vad finns det för olika kretslopp i din teckning?

### E. Extrauppgift med Molymod molekylbyggsats

Kan du bygga några molekyler? Vatten, koldioxid, och syre. En riktigt svår är glukos (socker).

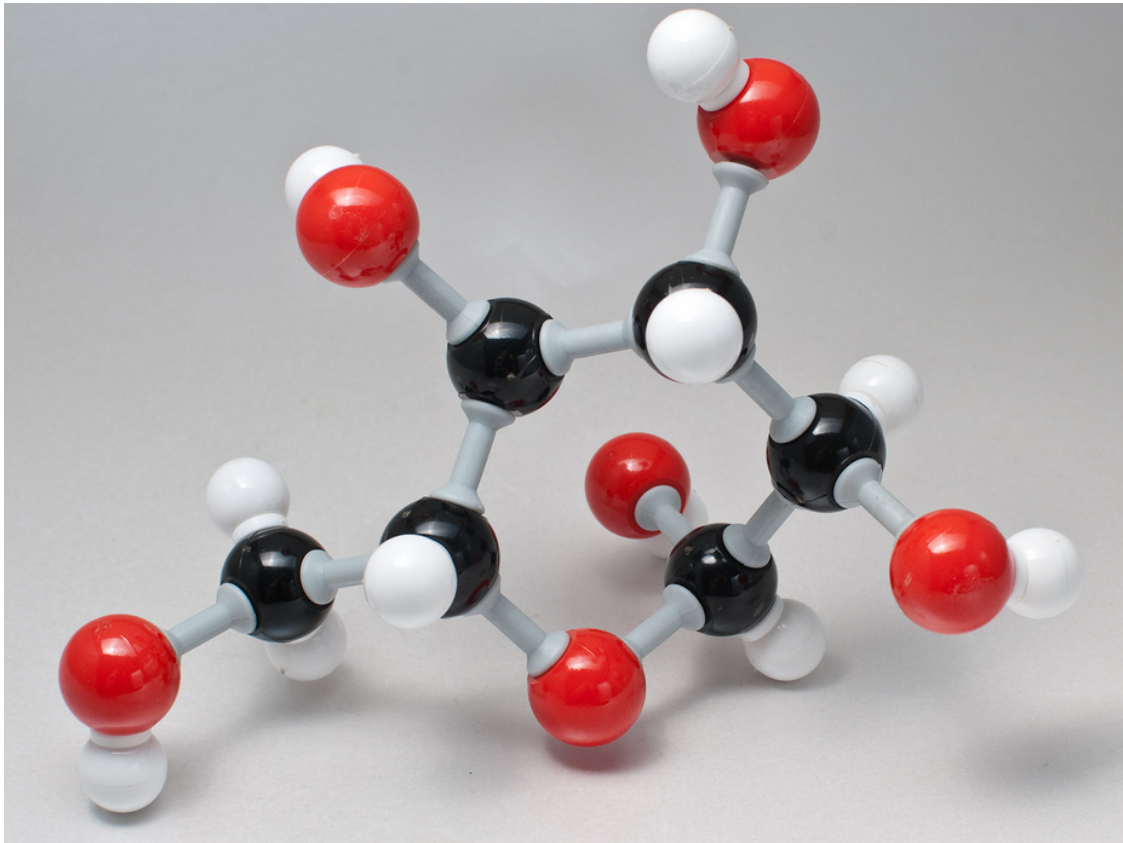
### **Molymod byggsats**

Kol = svart

Syre = rött

Väte = vitt

### **Socker (glukos)**



## Material

Insamling jord: Hinkar, spadar

Analyslab järn i jord: våg, ekolvar, trattar, filterpapper, pipetter, centrifugrör med skruvkork, järnreagens ( $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ , svag vattenlösning), järnlösning (svag vattenlösning av  $\text{Fe}(\text{III})$ ), pH-papper.

Lab insekter i jord: Luppar, insektböcker/bestämningsnyckel, vit duk eller vitt papper

Övning: Molymod molekylbyggsats, färgpennor

Övrigt: Millipore vatten, skyddsglasögon, kleenex, märkpenna

Säkerhet vid kemilab: Notera att järnlösningarna skall beredas av kunnig personal (kemiutbildning), och endast hanteras av en vuxen. Efter laboration skall kemikalierna samlas upp i lämpligt kärl (t.ex. plastdunk) för inlämning för kemikaliedestruktion. Vattenlösningen med  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$  är en relativt harmlös kemikalie, men skall inte blandas med sur lösning/syra för då kan vätecyanid bildas vilket är en giftig gas.

## Kontaktperson:

Charlotta Turner, Professor

Lunds universitet

Kemiska Institutionen

Centrum för Analys och Syntes

Box 124

221 00 Lund

[www.kilu.lu.se/cas](http://www.kilu.lu.se/cas)

[Charlotta.Turner@chem.lu.se](mailto:Charlotta.Turner@chem.lu.se)