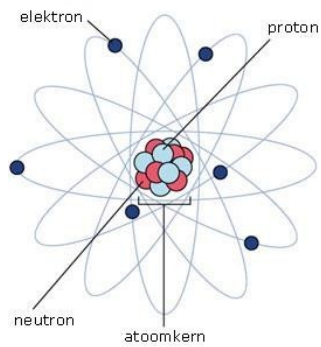


BASISKENNIS ELEKTRICITEITSLEER VOOR LASSERS.

1



2



3



4



Voorwoord.

Elektrische stroom, wat is dat?

Op deze vraag hebben heel veel mensen een onjuist of geen antwoord.

Elektrische stroom is een ongrijpbaar fenomeen, je ziet het niet, ruikt het niet maar in bepaalde omstandigheden kan je het goed voelen.

Tegenwoordig is bijna alles geelektrificeerd dus het maakt een zeer belangrijk deel van ons bestaan uit.

Het is dan wel prettig om wat meer te weten: hoe dat nu zit met die elektrische stroom?

Het elektrisch lassen zegt het al, ook de lasser werkt er mee en dat geldt voor vrijwel alle hedendaagse lasprocessen, van laser- en plasmalassen tot het MIG-MAG-lassen en lassen met beklede elektroden.

Hoe kan die elektrische stroom nu mijn smartphone, mijn stofzuiger en ook mijn vlamboog aandrijven?

De vlamboog waarin zoveel warmte wordt ontwikkeld dat staal spontaan smelt, in tegenstelling tot autogeen lassen met gas en zuurstof waarbij het enige tijd duurt voordat een smeltbad ontstaat.

Het klopt niet met de waarneming over grootte van de vlamboog die bij het autogeen lassen veel groter is.

Als bij de elektrische vlamboog de stroomsterkte wordt verhoogd wordt niet alleen het smeltbad groter maar ook de inbrandingsdiepte neemt toe.

Tijd dus om er dieper op in te gaan en te zien dat de eenheden die als benaming worden gebruikt bij de elektrische stroom ook helder te onderscheiden zijn van elkaar en wat hun onderling verschillende eigenschappen zijn.

De basis van de elektrische stroom ligt opgeslagen in het atoom en atomen zijn de bouwstenen van onze wereld.

We staan er nooit bij stil en kennen allemaal de woorden atoombom en kerncentrale, maar dat we op een andere manier ook de energie van atomen gebruiken, wordt in dit lesboekje duidelijk gemaakt.

Het wordt dan makkelijker om te werken en rekenen met de eenheden Ampère, Volt, Ohm en Watt.

Onderling verwisselen van deze termen omdat er geen 'gevoel' bij is, behoort dan tot het verleden.

Het instellen van de vlamboog bij het MIG-MAG-lassen waarbij een duidelijk onderscheid is tussen de stroomsterkte en de boogspanning wordt dan eenvoudig en de lesstof over dit proces is meteen toegankelijker voor de student.

Welkom in de wondere wereld van het atoom en de elektrische stroom!

Veel lees-en leerplezier.

Kees Veecken.

Periodiek systeem van Mendeljev

1 IA 1 H Waterstof atoomnr. 1 Hydrogen 1.008 1	2 IIA 3 Li Lithium 6.94 2-1	4 Be Beryllium 9.013 2-1	5 B Boron 10.81 2-3	6 C Carbon 12.011 2-4	7 N Nitrogen 14.007 2-5	8 O Oxygen 15.999 2-6	9 F Fluorine 18.998 2-7	10 Ne Neon 20.18 2-8	11 Na Sodium 22.98 2-8-1	12 Mg Magnesium 24.32 2-8-2	13 Al Aluminium 26.98 2-8-3	14 Si Silicon 28.085 2-8-4	15 P Phosphorus 30.97 2-8-5	16 S Sulfur 32.06 2-8-6	17 Cl Chlorine 35.45 2-8-7	18 Ar Argon 39.95 2-8-8	19 K Potassium 39.10 2-8-8-1	20 Ca Calcium 40.08 2-8-8-2	21 Sc Scandium 44.96 2-8-9-2	22 Ti Titanium 47.87 2-8-10-2	23 V Vanadium 50.94 2-8-11-2	24 Cr Chromium 51.996 2-8-13-1	25 Mn Manganese 54.94 2-8-13-2	26 Fe Iron 55.84 2-8-14-2	27 Co Cobalt 58.93 2-8-15-2	28 Ni Nickel 58.69 2-8-16-2	29 Cu Copper 63.55 2-8-18-1	30 Zn Zinc 65.38 2-8-18-2	31 Ga Gallium 69.72 2-8-18-3	32 Ge Germanium 72.63 2-8-18-4	33 As Arsenic 74.92 2-8-18-5	34 Se Selenium 78.96 2-8-18-6	35 Br Bromine 79.90 2-8-18-7	36 Kr Krypton 83.80 2-8-18-8	37 Rb Rubidium 85.47 2-8-18-8-1	38 Sr Strontium 87.62 2-8-18-8-2	39 Y Yttrium 88.90 2-8-18-9-2	40 Zr Zirconium 91.22 2-8-18-10-2	41 Nb Niobium 92.90 2-8-18-12-1	42 Mo Molybdenum 95.95 2-8-18-13-1	43 Tc Technetium [98] 2-8-18-13-2	44 Ru Ruthenium 101.07 2-8-18-15-1	45 Rh Rhodium 102.91 2-8-18-16-1	46 Pd Palladium 106.42 2-8-18-18	47 Ag Silver 107.87 2-8-18-18-1	48 Cd Cadmium 112.41 2-8-18-18-2	49 In Indium 114.82 2-8-18-18-3	50 Sn Tin 118.71 2-8-18-18-4	51 Sb Antimony 121.76 2-8-18-18-5	52 Te Tellurium 127.60 2-8-18-18-6	53 I Iodine 126.90 2-8-18-18-7	54 Xe Xenon 131.29 2-8-18-18-8	55 Cs Cesium 132.91 2-8-18-18-8-1	56 Ba Barium 137.33 2-8-18-18-8-2	57-71 Ln Lanthanides	72 Hf Hafnium 178.49 2-8-18-32-10-2	73 Ta Tantalum 180.95 2-8-18-32-11-2	74 W Tungsten 183.84 2-8-18-32-12-2	75 Re Rhenium 186.21 2-8-18-32-13-2	76 Os Osmium 190.23 2-8-18-32-14-2	77 Ir Iridium 192.22 2-8-18-32-15-2	78 Pt Platinum 195.08 2-8-18-32-17-1	80 Au Gold 196.97 2-8-18-32-18-1	80 Hg Mercury 200.59 2-8-18-32-18-2	81 Tl Thallium 204.38 2-8-18-32-18-3	82 Pb Lead 207.2 2-8-18-32-18-4	83 Bi Bismuth 208.98 2-8-18-32-18-5	84 Po Polonium [209] 2-8-18-32-18-6	85 At Astatine [210] 2-8-18-32-18-7	86 Rn Radon [222] 2-8-18-32-18-8	87 Fr Francium [223] 2-8-18-32-18-8-1	88 Ra Radium [226] 2-8-18-32-18-8-2	89-103 Ac Actinides	104 Rf Rutherfordium [267] 2-8-18-32-32-10-2	105 Db Dubnium [268] 2-8-18-32-32-11-2	106 Sg Seaborgium [269] 2-8-18-32-32-12-2	107 Bh Bohrium [270] 2-8-18-32-32-13-2	108 Hs Hassium [277] 2-8-18-32-32-14-2	109 Mt Meitnerium [278] 2-8-18-32-32-15-2	110 Ds Darmstadtium [281] 2-8-18-32-32-16-2	111 Rg Roentgenium [282] 2-8-18-32-32-17-2	112 Cn Copernicium [285] 2-8-18-32-32-18-2	113 Nh Nihonium [286] 2-8-18-32-32-18-3	114 Fl Flerovium [289] 2-8-18-32-32-18-4	115 Mc Moscovium [290] 2-8-18-32-32-18-5	116 Lv Livermorium [293] 2-8-18-32-32-18-6	117 Ts Tennessine [294] 2-8-18-32-32-18-7	118 Og Oganesson [294] 2-8-18-32-32-18-8
--	---	--	---	---	---	---	---	--	--	---	---	--	---	---	--	---	--	---	--	---	--	--	--	---	---	---	---	---	--	--	--	---	--	--	---	--	---	---	---	--	---	--	--	--	---	--	---	--	---	--	--	--	---	---	--	---	--	---	---	--	---	--	--	---	--	---	---	---	---	--	---	---	---	--	--	---	--	--	---	---	--	--	---	--	--	--	---	--

Atomic number → 1
Symbol → H
Name → Hydrogen
Atomic weight → 1.008
Electrons per shell → 1

Subcategory metals, nonmetals, and metalloids

- Alkali metals
- Alkaline earth metals
- Transition metals
- Lanthanides
- Actinides
- Post transition metals
- Metalloids
- Reactive non metals
- Noble gases
- Unknown properties

Koolstof atoomnr. 6
Stikstof atoomnr. 7
Zuurstof atoomnr. 8
Helium atoomnr. 2

Aluminium atoomnr. 13

Magnesium atoomnr. 12

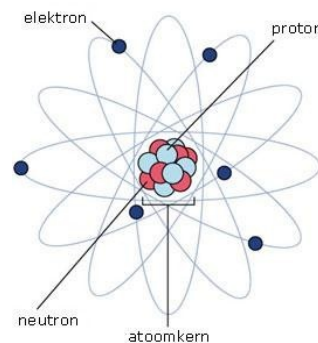
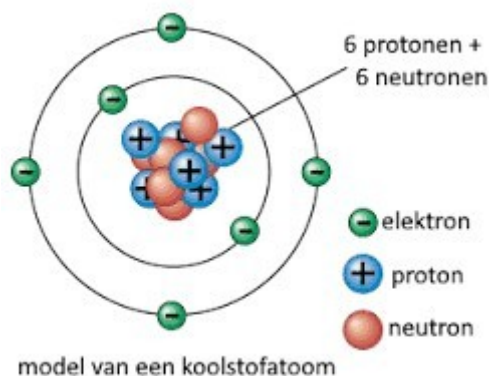
57 La Lanthanum 138.91 2-8-18-32-9-2	58 Ce Cerium 140.12 2-8-18-32-9-2	59 Pr Praseodymium 140.91 2-8-18-32-9-2	60 Nd Neodymium 144.24 2-8-18-32-9-2	61 Pm Promethium [145] 2-8-18-32-9-2	62 Sm Samarium 150.36 2-8-18-32-9-2	63 Eu Europium 151.96 2-8-18-32-9-2	64 Gd Gadolinium 157.25 2-8-18-32-9-2	65 Tb Terbium 158.93 2-8-18-27-8-2	66 Dy Dysprosium 162.50 2-8-18-28-8-2	67 Ho Holmium 164.93 2-8-18-29-8-2	68 Er Erbium 167.26 2-8-18-30-8-2	69 Tm Thulium 168.93 2-8-18-31-8-2	70 Yb Ytterbium 173.05 2-8-18-32-8-2	71 Lu Lutetium 174.97 2-8-18-32-9-2
89 Ac Actinium [227] 2-8-18-32-18-9-2	90 Th Thorium 232.04 2-8-18-32-18-10-2	91 Pa Protactinium 231.04 2-8-18-32-20-9-2	92 U Uranium 238.03 2-8-18-32-21-9-2	93 Np Neptunium [237] 2-8-18-32-22-9-2	94 Pu Plutonium [244] 2-8-18-32-24-8-2	95 Am Americium [243] 2-8-18-32-25-8-2	96 Cm Curium [247] 2-8-18-32-25-9-2	97 Bk Berkelium [247] 2-8-18-32-27-8-2	98 Cf Californium [251] 2-8-18-32-28-8-2	99 Es Einsteinium [252] 2-8-18-32-29-8-2	100 Fm Fermium [257] 2-8-18-32-30-8-2	101 Md Mendelevium [258] 2-8-18-32-31-8-2	102 No Nobelium [259] 2-8-18-32-32-8-2	103 Lw Lawrencium [266] 2-8-18-32-32-8-2



1. Wat is elektrische stroom en waar komt het vandaan?

Elektrische stroom ontstaat als elektronen zich verplaatsen in een geleider en er zo een stroom van elektronen door de geleider gaat lopen.

Een elektron is onderdeel van een atoom en ook het kleinste onderdeel. Het cirkelt rond de kern en de kern bestaat uit één of meerdere protonen en neutronen.



Een proton is een deeltje en heeft dus massa en daarmee gewicht. Dat gewicht is zo gering dat de massa van een atoom voornamelijk wordt bepaald door de kern. In de kern hebben zowel protonen als neutronen vrijwel hetzelfde gewicht.

2. Atomen.

Het kleinste atoom wat bestaat is waterstof (H) en dat bevat in de kern 1 proton en daar omheen cirkelt 1 elektron.

Het volgende atoom daarna is helium (He) en dat bevat in de kern 2 protonen + 2 neutronen en daaromheen cirkelen 2 elektronen.

Aluminium bevat in de kern 13 protonen + 13 neutronen en daaromheen cirkelen 13 elektronen.

IJzer bevat in de kern 26 protonen + 26 neutronen en daaromheen cirkelen 26 elektronen.

Het is duidelijk dat hoe groter het atoom hoe groter het gewicht.

De wereld is opgebouwd uit ± 118 verschillende atomen (zie Periodiek Systeem van Mendelejev).

De gemiddelde atoomgrootte is $\pm 0,000.000.01$ mm.

De massa van het atoom is vrijwel geheel geconcentreerd in de kern: een proton is $1835\times$ zo zwaar als een elektron.

De diameter van een atoomkern is uiterst klein in vergelijking met de atoomdiameter (grootteorde 10^{-6} nanometer), hieruit volgt materie in feite uiterst "ijl" is.

Dat materie desondanks "hard" aanvoelt komt door de zeer grote snelheid van de elektronen, die hierdoor de ijle ruimte (gemiddeld) opvullen.

3. Elektrische lading van een atoom.

In de basis heeft een atoom een neutrale elektrische lading. Een elektron is negatief (-) elektrisch geladen en in de kern is het proton positief (+) elektrisch geladen. Het neutron is elektrisch neutraal (het neutron bestaat feitelijk uit een proton gecombineerd met een elektron, dus positief + negatief en dat geeft tezamen neutraal). Een atoom in de neutraal elektrische toestand bevat dus even veel elektronen als protonen.

4. Ion.

Een neutraal elektrisch geladen atoom raakt elektrisch in onbalans als het een elektron kwijtraakt of als het een elektron te veel opneemt, beide zijn mogelijk. Een atoom wat elektrisch in onbalans is, wordt een ion genoemd.

Er zijn 2 soorten ionen:

- a. een negatief ion als er een elektron teveel is
- b. een positief ion als er een elektron te weinig is.

5. Verplaatsen van elektronen in een elektrische geleider.

Elektronen kunnen eenvoudig losraken van atomen en zich verplaatsen.

In een vaste stof is dat mogelijk als deze stof elektrisch geleidend is.

Metalen zijn elektrisch geleidende stoffen c.q. materialen, dat geldt voor alle metalen. Er is wel verschil in elektrische geleidbaarheid. Een bekend metaal is koper wat bijna overal wordt toegepast om elektrische stroom te geleiden.

Ijzer geleid veel minder goed dan koper en dat komt omdat de elektrische weerstand van ijzer groter is dan die van koper.

Materialen die geen elektrische stroom geleiden en dus een oneindige elektrische weerstand hebben, noemen we isolatoren.

Bekende isolatoren zijn plastic, rubber, keramiek en hout.

6. Het losmaken van elektronen van een atoom.

Het losmaken van elektronen van een atoom kan door wrijving van verschillende atoomsoorten langs elkaar. Bekend is statische elektriciteit die ontstaat tussen mensen en lucht.

Voor het losmaken van elektronen in een metalen geleider is de dynamo ontwikkeld. De dynamo in het groot noemen we generator en die wordt gebruikt in een elektriciteitscentrale.

De dynamo bevat een magneet die in een koperen draadspoel draait. De elektromagnetische kracht van de magneet drukt de elektronen van de koperatomen en stuwt ze in lineaire richting de koperen geleider in. Dit vindt plaats in de gehele doorsnede van de koperdraad.

In de geleider schieten de elektronen naar de naastliggende atomen en drukken de daar aanwezige elektronen naar de volgende atomen en dat herhaalt zich totdat de magneetbeweging stopt.

7. Elektron en kinetische energie.

Een elektron bevat kinetische energie en dat is energie van beweging.

Deze beweging bestaat uit een lineaire beweging en een draai beweging, ook wel spin genoemd.

De lineaire beweging is de voortgangssnelheid in rechte lijn en de draai beweging is de rotatiesnelheid om zijn eigen as.

De toename van bewegingssnelheid verhoogt de kinetische energie van het elektron. De hoeveelheid elektronen die zich verplaatsen bepalen de sterkte van de elektrische stroom die wordt opgewekt. De eenheid van elektrische stroom is Ampère (A).

Als op een willekeurig plaats een stroomsterkte van 1 Ampère wordt gemeten dan verplaatsen zich daar op dat moment 6 triljoen (18^{18}) elektronen per seconde.

Door de rotatiesnelheid van de dynamo te verhogen zal de zowel de lineaire als de rotatiesnelheid van de elektronen toenemen. Dit wordt de elektrische spanning genoemd en kunnen we meten en dan benoemen met de eenheid Volt.

8. Elektrisch vermogen.

Het totale elektrische vermogen wordt verkregen door de stroomsterkte (Ampère) te vermenigvuldigen met de elektrische spanning (Volt). De eenheid van vermogen is Watt (W).

Feitelijk is de stroomsterkte het aantal verplaatste elektronen en de snelheid daarvan is de elektrische spanning. In beide gevallen beïnvloeden ze het vermogen. Het ene door zijn hoeveelheid en de andere door de snelheid.

9. Elektrisch circuit.

Een elektrisch circuit werkt meestal met een vaste elektrische spanning en een variabele elektrische stroom.

In huis is de vaste elektrische spanning 220 Volt en de stroomsterkte begrensd tot 16 Ampère per stroomgroep.

Een elektrisch gebruiksvoorwerp of apparaat is in feite een elektrische weerstand. Hoe kleiner de weerstand hoe groter het stroomverbruik en hoe groter de weerstand hoe lager het stroomverbruik.

Een schemerlamp heeft een hoge elektrische weerstand, geeft weinig licht en gebruikt weinig stroom en heeft daardoor een laag opgenomen vermogen (Watt).

Een bouwlamp heeft een lagere elektrische weerstand, geeft veel licht en gebruikt veel stroom en heeft daardoor een hoger opgenomen vermogen (Watt).

Kortsluiting heeft geen weerstand, gebruikt de maximale stroom (16 A) waarna de veiligheid (zekering) ingrijpt en de stroomtoevoer uitschakelt.

10. Elektrische stroom door de lucht.

De lucht is niet elektrisch geleidend.

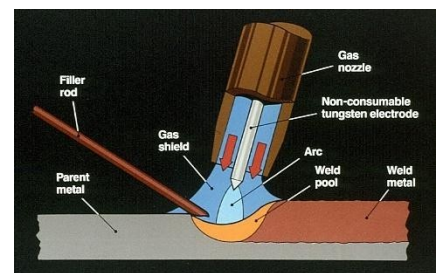
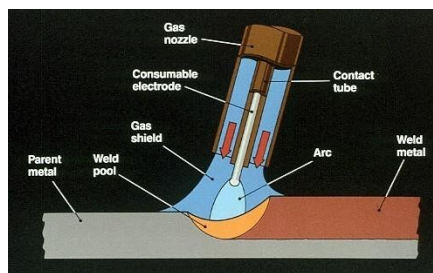
Om de lucht elektrisch stroom geleidend te maken moet deze worden geïoniseerd en dat lukt alleen met een hele hoge elektrische spanning (Volt). Een bliksem heeft een elektrische spanning van $\pm 20.000.000$ Volt. De stroomsterkte is daarbij variabel.

De benzinemotor van een auto heeft bougies om het benzine-luchtmengsel tot ontbranding te brengen.

Tussen de elektroden (een elektrode is het uiteinde van een metalen geleider) van de bougies wordt met een hele hoge elektrische spanning (10.000 tot 40.000 Volt) een kleine elektrische stroom ($\pm 0,5$ mA) gejaagd, die wij kennen als bougievonk, een minibliksem.



11. Elektrisch lassen.



Bij het elektrisch lassen wordt gebruik gemaakt van een elektrische vlamboog om een smeltbad te vormen en, indien nodig, toevoegmateriaal te smelten.

De elektrische vlam loopt door een beschermgasatmosfeer waarin de beschermgasatomen zijn geïoniseerd en op die manier in staat zijn om een elektronentransport te verzorgen van de min-elektrode naar de plus-elektrode.

Het beschermgas is met een lagere spanning te ioniseren en dus geleidend te maken voor een elektrische stroom.

Bij het verhogen van de elektrische stroomtoename stijgt het aantal elektronen dat overspringt (kinetische energie) en verhoogt zo de vlamboogtemperatuur.

Een elektrische vlamboog kan een temperatuur ontwikkelen tot $\pm 20.000^{\circ}\text{C}$.

De temperatuurregeling vindt plaats door de een regelbare stroomsterkteregeling.

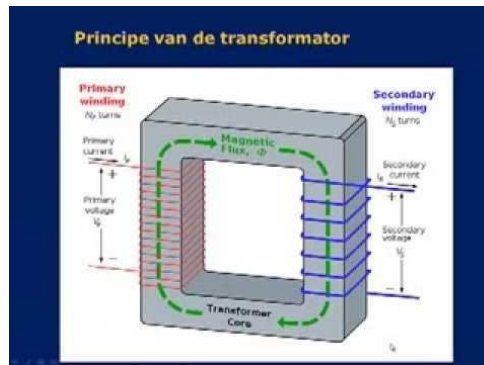
Bij het MIG-MAG-lassen kan aanvullend ook nog de elektrische spanning (Volt) worden geregeld (hoger of lager).

Het uiteindelijke elektrische boogvermogen is stroom (A) x spanning (V) = Watt (W).

Bij het gasbooglassen (acetylene gas + zuivere zuurstof) kan de boogtemperatuur nooit hoger worden dan 3600°C . en vindt de energieregeling plaats door het vlamvolume te vergroten of te verkleinen (meer of minder van 3600°C).

Hiervoor is een assortiment brandermondstukken beschikbaar met een oplopende mondstukdiameter.

13. Transformator.



Een elektrische transformator transformeert de elektrische stroom (Ampère) en spanning (Volt).

Hierbij geldt dat: inkomend vermogen (Watt) = uitgaand vermogen (Watt).

Bij de doorloop van de elektrische stroom in de transformator treden lichte vermogensverliezen op door de interne elektrische weerstand (Ohm). Deze verliezen kunnen we voelen omdat de transformator tijdens de werking warm wordt.

Laten we de verliezen buiten beschouwing dan kan met wat getallen de werking zichtbaar worden gemaakt.

Bijvoorbeeld: het inkomend vermogen is $10 \text{ Ampère} \times 220 \text{ Volt} = 2200 \text{ Watt}$.

- Het uitgaand vermogen is $22 \text{ Volt} \times 100 \text{ Ampère} = 2200 \text{ Watt}$.
- Het uitgaand vermogen is $2,2 \text{ Volt} \times 1000 \text{ Ampère} = 2200 \text{ Watt}$.
- Het uitgaand vermogen is $2200 \text{ Volt} \times 1 \text{ Ampère} = 2200 \text{ Watt}$.
- Het uitgaand vermogen is $22000 \text{ Volt} \times 0,1 \text{ Ampère} = 2200 \text{ Watt}$.
- Etc.

Zichtbaar wordt dat met een transformator eindeloos veel combinaties mogelijk zijn.

Het is dus heel eenvoudig om een heel kleine elektrische stroom met een hele hoge elektrische spanning door een kabel te sturen en aan het einde beide om te zetten naar een lage elektrische spanning en een hoge elektrische stroom.

Het voordeel van een kleine elektrische stroom (Ampère) is dat een dunne geleider kan worden toegepast. De geleider in een kabel is meestal van koper dat is een duur metaal.

De hoogspanningskabels die de elektrische stroom naar de dorpen en steden voeren, hebben daarom ook een kleine doorsnede waardoor ze licht in gewicht en goedkoop zijn.

Toch kunnen ze enorme vermogens doorgeven doordat ze werken met hoogspanningen van 110.000 tot 360.000 Volt en stroomsterktes van 560 tot 1300 Ampère.

De koperdraden zijn gewikkeld rond een stalen kerndraad voor de sterkte.

De getransformeerde vermogens per type kabel variëren van 215 tot 600 mVA (kW).

Aan het eind wordt alles weer keurig terug getransformeerd naar 220 Volt en stroom naar afgenomen behoefte.



14. SAMENVATTING

ELEKTRONEN.

Om het elektrische boogglasproces beter te begrijpen, is het noodzakelijk om wat meer te weten over elektriciteit.

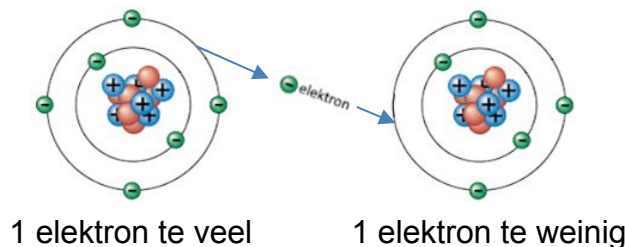
Het probleem van elektriciteit is dat je het niet kan zien of ruiken, maar soms heel goed kan voelen. Het gaat dan ook om onzichtbare kleine deeltjes die door materiaal en soms door de lucht bewegen.

Deze kleine deeltjes zijn de elektronen, die zelf een onderdeel zijn van atomen. Alles om ons heen en ook wij, bestaan uit atomen. Atomen zijn samengesteld uit een kern (positieve lading) en elektronen (negatieve lading).

De elektronen cirkelen om de kern van de atomen heen en kunnen zich van atoom naar atoom verplaatsen. Dat verplaatsen kan makkelijk plaats vinden in materialen die stroom geleidend zijn, zoals metalen. Bekend zijn koper, ijzer, aluminium, goud, zilver, enz.

Als er genoeg elektronen zijn die zich verplaatsen dan zeggen we: "er loopt een elektrische stroom". De stroom die wij voor het lassen gebruiken komt van de elektriciteitscentrale. Deze fabriek produceert dus elektronen en zorgt ervoor, dat ze voor gebruik beschikbaar zijn in de huizen en fabrieken.

Verplaatsing van het elektron van atoom 1 naar atoom 2



ELEKTRISCHE STROOM.

De elektrische stroom voor dagelijks gebruik halen wij uit een batterij, een accu of het stopcontact. Het komt niet vanzelf bij ons, het moet in beweging worden gezet, net als bij water.

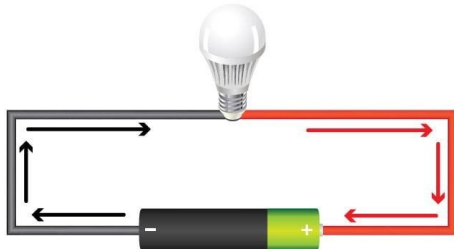
Op water in de waterleiding staat een bepaalde druk en bij stroom is dat een bepaalde spanning. Als je met het water een grote brand wil blussen, dan is de druk en de hoeveelheid water niet toereikend.

De brandweer zet er dan een zware pomp tussen en haalt het water uit een leiding met grotere diameter. De hoeveelheid water die wordt gebruikt meten we in liters, de hoeveelheid stroom die gebruikt wordt meten we in Ampère.

Met elektrische stroom is er een dus spanning (Volt) nodig om de elektronen in beweging te zetten, zodat er een elektrische stroom gaat vloeien. Hoe dikker de leiding, in dit geval het metaal, des te meer stroom er doorheen kan gaan en hoe groter dus de stroomsterkte kan zijn.

ELEKTRISCHE SPANNING.

Spanning is de druk die de voedingsbron van een stroomkring uitoefent om geladen elektronen (stroom) door een geleidende lus te duwen, waardoor deze bijvoorbeeld een lamp kunnen laten branden. In het kort, spanning = druk en deze wordt gemeten in volt (V).



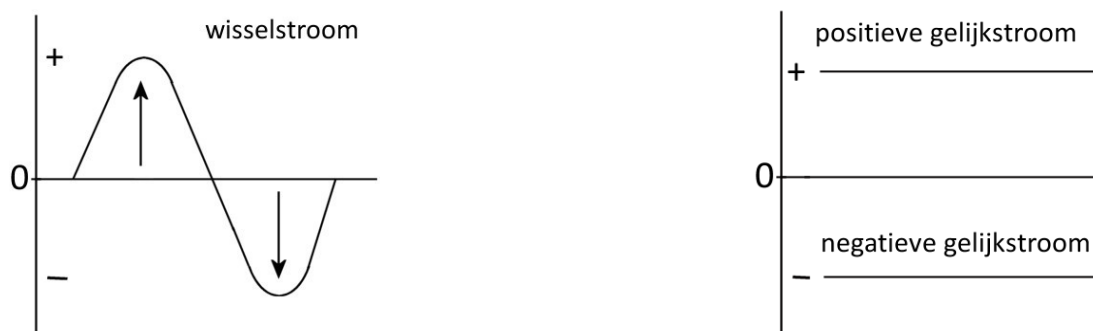
De spanning waarmee de elektrische stroom getransporteerd wordt is begrensd op 220 Volt en 380 Volt. In huis is 220 Volt voldoende om bijna alle apparaten goed te laten werken. In een fabriek hebben we meestal ook 380 Volt, omdat we zwaardere apparaten gebruiken die meer vermogen hebben.

Een wisselspanning van 220 of 380 Volt aanraken is levensgevaarlijk. Een wisselspanning die kleiner is dan 50 Volt wordt pas als veilig beschouwd. Bij het MIG-MAG lassen wordt een veilige lasspanning gebruikt die ligt tussen de 14 en de 45 Volt. Wisselspanning transporteert wisselstroom en gelijkspanning transporteert gelijkstroom.

Gelijkspanning is bij aanraking veilig tot 110 Volt en voor wisselspanning is dat 50 Volt.

STROOMSOORTEN

De elektrische stroom die wordt toegepast bestaat in 2 hoofdvarianten: wisselstroom en gelijkstroom. De gelijkstroom wordt onderverdeeld in positief en negatief. Wisselstroom wisselt continue van positief naar negatief.



Zo lang de stroom loopt hebben we energie en de looprichting is onbelangrijk. Gelijkstroom heeft een lineair transport in 1 richting en dat kan naar positief zijn of negatief.

In een vlamboog voor het elektrisch lassen ontstaat de boog vanuit de laselektrode. Het begin en einde van de vlamboog heeft een groot onderling warmteverschil en dat is sterk van invloed op het lasgedrag. Dat warmteverschil ontstaat door de richting van de elektrische stroom in de boog.

Bij wisselstroom verandert de richting continue van positief (+) naar negatief (-) en daarmee ook het warmteverschil aan het begin en einde van de vlamboog.

Bij gelijkstroom gebeurt dit niet en wordt voor elk elektrisch lasproces de keuze gemaakt die in de laspraktijk het beste werkt.

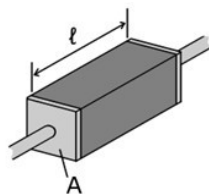
Voor TIG-lassen van staal is dat gelijkstroom met de minpool aan de laselektrode dus het begin van de vlamboog.

Voor TIG-lassen van aluminium is dat wisselstroom en verandert de richting continue van positief (+) naar negatief (-) en daarmee ook het warmteverschil aan het begin en einde van de vlamboog.

Voor MIG-MAG-lassen van staal is dat gelijkstroom met de pluspool aan de laselektrode dus het begin van de vlamboog.

ELEKTRISCHE WEERSTAND.

Elektrische weerstand of resistentie is de elektrische eigenschap van materialen om de doorgang van elektrische stroom te belemmeren. Vloeit door een materiaal een elektrische stroom, dan gebeurt dit niet ongehinderd, er is energie voor nodig: de stroom ondervindt een zekere weerstand.



Als een elektrische geleider (bijv. koperdraad) dunner wordt, dan wordt de elektrische stroom steeds meer belemmert en wordt de weerstand dus groter.

Hetzelfde gebeurt als de leiding langer wordt. Wil je toch veel stroom door een te dunne of lange leiding persen dan zal deze warm worden. Wordt een leiding te warm dan kan deze smelten, de smeltemperatuur van koper is $\pm 1100^{\circ}\text{C}$., en ontstaat brand.

Bij het elektrisch booglassen wordt de stroomsterkte, op een vooraf bepaalde waarde, vast ingesteld. Als de uitsteeklengte groter wordt, doordat de lastoorts tijdens het lassen iets omhoog wordt gehaald, zal de stroomsterkte kleiner worden omdat de weerstand door de grotere draadlengte groter worden. Slechte contacten in de stroomketen veroorzaken een toename van de elektrische weerstand en daarmee een afname van de lasstroomsterkte.

Materialen met een hele hoge elektrische weerstand noemen we isolatoren. Bekende isolatormaterialen zijn plastic, rubber, porselein, etc. Deze materialen omwikkelen vaak de stroomgeleiders zoals koperdraad waardoor we ze zonder gevaar voor een elektrische schok kunnen vasthouden.

ELEKTRISCH VERMOGEN.

Vermogen betekent hoeveel energie er per seconde wordt omgezet in een andere energiesoort. Bij elektrisch vermogen betekent dus hoeveel elektrische energie er per seconde omgezet wordt.

Gewicht meten we in grammen en volume in cm^3 . Stroom meten we in Ampère (Amp) en spanning in Volt. Hoe bereken je elektrisch vermogen?

Als je de spanning met de stroom vermenigvuldigt, krijg je het vermogen in Watt. Het vermogen vertelt ons o.a. hoeveel energie ter beschikking is om te lassen.

Als je een auto bezit en die heeft een motor met een vermogen van 100 pk (75 kilo-Watt), dan heeft het geen zin om hiermee te gaan racen in een Formule-1 wedstrijd. Daarvoor heb je minstens 800 pk (600 kW) nodig. Je bent dus niet sterk genoeg en hebt daardoor niet het vermogen om te winnen.

Een gloeilamp van 200 Watt geeft meer licht dan een lamp van 100 Watt omdat hij meer vermogen heeft.

ELEKTRISCHE ZEKERING.

De elektrische stroom wordt getransporteerd via een leidingsysteem wat we het elektriciteitsnet noemen. De kabels zijn van het goed geleidende metaal koper gemaakt. In de huizen en fabrieken zijn de leidingen beschermd tegen doorbranden, met smeltveiligheden, ook wel zekeringen genaamd. Als er te veel stroom door een zekering gaat, dan smelt deze door en is de leiding afgesloten.

De zekeringen in huis zijn bijna nooit groter dan 16 Ampère en in de fabrieken 25 Ampère en soms groter.

ELEKTRISCH CIRCUIT

Een elektrisch circuit moet gesloten zijn. De elektronen die als grondstof voor de energie worden gebruikt, gaan nooit verloren. Het is vergelijkbaar met water wat door een leiding wordt gepompt en een waterrad aandrijft en daarna weer terugstroomt naar de pomp en opnieuw wordt gebruikt. De aandrijvingsenergie voor de dynamo alsook voor de pomp kan door een windmolen worden opgewekt.

REKEN VOORBEELDEN

1. Lamp

Hoeveel stroom gebruikt een lamp van 100 Watt bij een spanning van 220 Volt?

Spanning (Volt) x Stroom (Amp) = vermogen (Watt).

220 Volt x....Amp = 100 Watt

100 Watt : 220 Volt = **0,45** Amp.

Hoeveel 100 Watt lampen kan ik laten branden als de zekering in het leidingnet 16 Amp is?

16 Amp : 0,45 Amp = 35

Dus maximaal **35** lampen van 100 Watt.

2. Stofzuiger

Hoeveel stroom gebruikt een stofzuiger van 1500 watt bij een spanning van 220 Volt ?

$$220 \text{ Volt} \times \dots \text{Amp} = 1500 \text{ Watt}$$
$$1500 \text{ Watt} : 220 \text{ Volt} = \mathbf{6,8 \text{ Amp}}$$

Hoeveel stofzuigers van 1500 Watt kan ik aanzetten als de zekering in het leidingnet 16 Amp is?

$$16 \text{ Amp} : 6,8 \text{ Amp} = 2,4$$

Dus maximaal **2** stofzuigers van 1500 Watt.

Bij een vaste spanning van 220 Volt wordt het vermogen dus bepaald door de stroom die wordt gebruikt. Een lamp van 200 Watt zal dus meer stroom gebruiken dan een lamp van 100 Watt. Je kunt dus minder van deze lampen tegelijkertijd laten branden, want anders smelt de zekering door.

LASSTROOMBRON VOOR HET ELEKTRISCH VLAMBOOGLASSEN.

Om te lassen heb je vermogen nodig en daarmee dus een stroom met een spanning. Een spanning van 220 of 380 Volt is levensgevaarlijk bij aanraking, de spanning moet dus kleiner zijn en daarmee veilig.

Met een stroomsterkte die kleiner is dan 25 Ampère kan je geen staal lassen (of het moet een zeer geringe dikte hebben).

Om veilig te kunnen lassen met een lage spanning en een hoge stroom is de lastransformator ontwikkeld

LASTRANSFORMATOR.

Transformeren betekent omzetten. Een elektrische transformator is een elektrische omzetter van stroom en spanning en werkt uitsluitend op wisselstroom.

De ingaande combinatie van elektrische stroom en spanning wordt omgezet naar een uitgaande combinatie van elektrische stroom en spanning die dan andere waardes hebben gekregen.

De ingaande kant is de primaire kant en de uitgaande kant de secundaire kant.

Het ingaande vermogen Watt (stroom x spanning) is hetzelfde als het uitgaande vermogen Watt (stroom x spanning).

Voor het elektrisch lassen kan de wisselstroom aan de secundaire kant door een gelijkrichter omgezet in een gelijkstroom en naar behoefte positief of negatief.

LASMACHINE (lasstroombron)

Een lasmachine zit aangesloten op het net van 220 Volt en is gezekeerd met 16 Amp. Hoeveel vermogen gebruikt deze lasmachine, die kan lassen met maximaal 160 Amp?

De lasmachine kan een maximaal vermogen uit het net opnemen van
 $220\text{ Volt} \times 16\text{ Amp.} = \mathbf{3520\text{ Watt}}$.

Wat is de maximale spanning tijdens het lassen op 160 Amp.?

.....Volt x 160 Amp. = 3520 Watt.

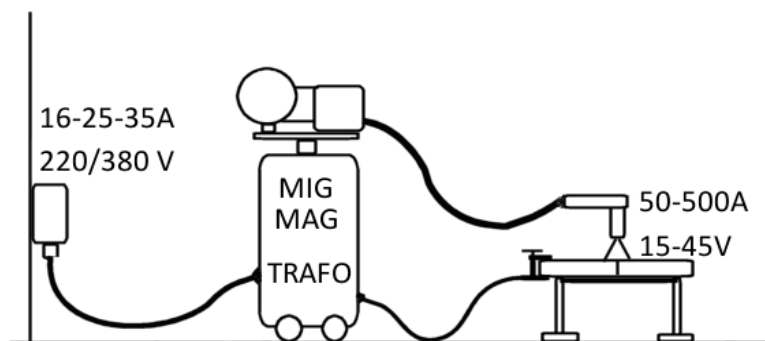
$3520\text{ Watt} : 160\text{ Amp.} = \mathbf{22\text{ Volt}}$

We zien dus dat het vermogen wat binnenkomt (primair) hetzelfde is als het uitgaande vermogen (secundair) bij het lassen. Er is wel een klein verlies aan vermogen en dat betreft de energie die door de transformator tijdens het transformatieproces wordt omgezet in warmte. In dit rekenvoorbeeld gaan we daar gemakshalve aan voorbij.

We kunnen met deze lasmachine nooit meer lassen dan 160 Ampère met 22 Volt want anders zou het vermogen groter worden, waardoor aan de kant waar de stroom binnenkomt de zekering doorsmelt.

Als we met een grotere stroom willen lassen, hebben we een lasmachine nodig die een groter vermogen levert. Daarom is het noodzakelijk om over te stappen naar 380 Volt. Ook daar gelden dan weer dezelfde regels.

Transformator: ingaand vermogen (Watt) is uitgaand vermogen (Watt).



Inkomend maximaal (primair)

220 Volt
16 Amp.
3520 Watt

380 Volt
25 Amp.
9500 Watt

Uitgaand maximaal (secundair)

22 Volt
160 Amp.
3520 Watt

32 Volt
300 Amp.
9500 Watt

Inkomend praktijksituaties

220 Volt
10 Amp.
2200 Watt

220 Volt
6 Amp.
720 Watt

380 Volt
20 Amp.
6700 Watt

Uitgaand praktijksituaties

16 Volt
137,5 Amp.
2200 Watt

10 Volt
72 Amp.
720 Watt

28 Volt
239 Amp.
6700 Watt

GROOTHEDEN EN EENHEDEN

De grootheid stroom wordt gemeten in de eenheid Ampère en aangeduid met het symbool **I**.

De grootheid spanning wordt gemeten in de eenheid Volt en aangeduid met het symbool **U**.

De grootheid weerstand wordt gemeten in de eenheid Ohm en aangeduid met het symbool **R**.

RELATIE TUSSEN DE EENHEDEN.

$U = I \times R$ oftewel: spanning is stroom maal weerstand.

Hieruit kunnen ook de volgende afleidingen worden gemaakt:

1. $I = U : R$ oftewel: stroom is spanning gedeeld door weerstand.
2. $R = U : I$ oftewel: weerstand is spanning gedeeld door stroom.

WEERSTAND IN DE LASPRAKTIJK.

Als de uitsteeklengte groter wordt, doordat de lastoorts tijdens het lassen iets omhoog wordt gehaald, zal de stroomsterkte kleiner worden omdat de weerstand in de draad groter wordt volgens $I = U : R$

1. REKENVOORBEELD

De stroomsterkte bij het lassen is 250 Ampère en de lasspanning is 27 Volt.

De weerstand in de lasketen is dan: $R = U : I$ oftewel $R = 27 : 250 = \mathbf{0,108}$ Ohm.

Als de uitsteeklengte met 10 mm. toeneemt blijkt de stroomsterkte met 20 Ampère af te nemen en wordt 230 Ampère. De weerstand is toegenomen en volgens de formule wordt dat: $R = U : I$ oftewel $R = 27 : 230 = 0,117$ Ohm.
Het weerstandverschil is $0,117 \text{ Ohm} - 0,108 \text{ Ohm} = 0,009 \text{ Ohm}$.

2. ONGEWENSTE SITUATIES WAARDOOR DE ELEKTRISCHE WEERSTAND TOENEEMT EN DUS DE STROOMSTERKTE AFNEEMT.

- Losse of slecht bevestigde aardklemmen.
- Aardklemmen vastgezet op een materiaaloppervlak met verf of roest.
- Slechte of losse kabelverbindingen onderling of aan de lasmachine.
- Te dunne en/of te lange kabels.
- Aardklemmen bevestigd aan hijsinstallaties.
- Lasstroom die loopt via een verbinding waar het door draaiende kogellagers gaat.

ATOOMKENNIS VOOR DE LIEFHEDDER.

De hele wereld en alles daarop zoals wij, de lucht en de aarde is opgebouwd uit atomen.

Dat zijn de kleinste bouwstenen die met naam bekend zijn zoals o.a. koolstof-zuurstof, zwavel, goud, zilver, lood, enz.

Alle bestaande atomen hebben een gewicht en daarbij behorende grootte.

De gegevens hierover staan beschreven in het periodiek systeem van Mendelejev, een Russische geleerde uit de 19^e eeuw.



Het begint bij het kleinste atoom en dat is waterstof (H) en dat heeft atoomnummer 1. Waterstof is een gas.

Daarna komt atoomnummer 2 en dat is helium (He).

Nummer 3 is Lithium (Li) en onderweg komen we nummer 6 tegen, koolstof (C) daarna stikstof (N) nr.7 en zuurstof (O) nr.8

Aluminium (Al) nr.13 en ijzer (Fe) nr. 26.

Lood (Pb) heeft nummer 82 en argon (Ar) nr. 18.

Op waterstof na is elk atoom opgebouwd uit een kern bestaande uit protonen en neutronen en daarom heen cirkelen de elektronen (het elektron is 1800 x lichter dan een proton).

Het proton is elektrisch positief geladen, het neutron is elektrisch neutraal en het elektron is elektrisch negatief geladen.

Het proton en het neutron zijn vrijwel even zwaar en bepalen hoofdzakelijk het gewicht van het atoom waar ze in zitten.

De standaard samenstellen van de respectievelijke atoomonderdelen is af te leiden van het atoomnummer zoals:

- Waterstof (Protium): 1 proton + 1 elektron (heeft geen neutron in de kern)
- Waterstof (Deuterium): 1 proton + 1 elektron + 1 neutron (komt heel weinig voor en geschikt voor het maken van atoombommen)
- Helium: 2 protonen + 2 neutronen + 2 elektronen
- Lithium: 3 protonen + 3 neutronen + 3 elektronen
- Koolstof: 6 protonen + 6 neutronen + 6 elektronen
- Stikstof: 7 protonen + 7 neutronen + 7 elektronen
- Zuurstof: 8 protonen + 8 neutronen + 8 elektronen
- Aluminium: 13 protonen + 13 neutronen + 13 elektronen
- IJzer: 26 protonen + 26 neutronen + 26 elektronen
- Lood: 82 protonen + 82 neutronen + 82 elektronen
- Argon: 18 protonen + 18 neutronen + 18 elektronen

We kunnen hieruit zien dat stikstof (7) zwaarder is dan helium (2).

Dat zuurstof (8) zwaarder is dan stikstof (7).

Dat argon (18) zwaarder is dan zuurstof (8) en stikstof (7).

Ook dat aluminium (13) lichter is dan ijzer (26) of lood (82).

Een argonatoom (18) is zwaarder dan een aluminium atoom (13) maar omdat argon een gas is, heeft het een veel lossere samenstelling dan massief aluminium.

Een volume van 1 dm³ argon bij een druk van 1 bar weegt aanmerkelijk minder dan een blok aluminium van 1 dm³ bij dezelfde druk.

Lucht bestaat voor ongeveer 78 vol.-% uit **stikstofgas**, 21 vol.-% uit **zuurstofgas** en bijna 1% **argon**. Daarnaast bevat lucht sporen van andere **edelgassen**, een sterk wisselende hoeveelheid **waterdamp** (0,7 vol.-%), en **koolzuurgas**, dat ook in hoeveelheid sterk kan wisselen.

Een ballon gevuld met argon (18) valt in lucht direct naar beneden, een ballon met zuurstof (8) doet er langer over en met waterstof (1) knalt hij omhoog.

Het bizarre van atomen is dat de samenstelling uitsluitend varieert met een toename of afname van steeds dezelfde bouwstenen (proton-neutron-elektron) maar het een variatie (118) oplevert aan atomen, met een onderling volledig ander gedrag.

Koolstof (6) lijkt totaal niet op buurman stikstof (7) en deze lijkt totaal niet op zijn buurman zuurstof (8) en deze lijkt ook totaal niet op koolstof (6) enz. enz.

Het is ongelooflijk wonderlijk en tegelijkertijd waanzinnig interessant.

Atomen komen in de natuur het meeste voor als duo of trio, etc. Dat kan met zichzelf of met andere atomen en zo'n samenstelling noemen we een molecuul.

Een heel bekend molecuul is H₂O. Dit is een samenstelling van 3 gasatomen, te weten: 2 atomen waterstof (H) + 1 atoom zuurstof (O).

Ze zijn chemisch aan elkaar verbonden en zo water geworden wat een vloeistof is.

Zo ook bekend is natuurlijk CO₂ wat we kennen als koolzuurgas of koolstofdioxide. Dit bestaat uit 1 koolstofatoom (C) + 2 atomen zuurstof (O).

In de natuur zijn en worden eindeloos veel moleculen gevormd onder allerlei omstandigheden.

De mensen hebben hier een eigen aanvulling op gegeven door nieuwe moleculen te maken die nog niet bestonden. Bekend is de enorme variatie aan kunststoffen die in allerlei chemische processen zijn ontwikkeld.

In de praktijk komen normaliter heel vaak mengsels voor. Hierbij mengen moleculen met elkaar in vloeistoffen en gassen en vaste stoffen die wij dagelijks gebruiken. Bekend zijn suiker in de koffie, yoghurt met vruchten, water met bladeren extract (thee), benzine met ethyleen (E10), zeewater (water met zout), menggas van argon met CO₂ voor het MAG-lassen, etc.

Bij metalen zoals in bijvoorbeeld ijzer (Fe) mengen we koolstof (C) op en noemen het daarna staal. Dat mengen gebeurt als het ijzer vloeibaar is en op dat moment zijn alle ijzeratomen vrij en ongebonden. Tijdens het stollen vormt de koolstof ($\leq 0,25\%$) een moleculaire verbinding met het ijzer (Fe) en vormt zo cementiet-moleculen (Fe₃C) die daarna fijn verdeeld in het gestolde ijzer zitten.

Het is dan een samenstel van ijzeratomen met cementiet-moleculen en we noemen het constructiestaal. Dat is sterk, taai, goed las- en vervormbaar en heeft, sinds het is bedacht, onze wereld definitief veranderd.

Metalen zijn ook vaak bekend met hun mengselnaam zoals messing (koper + zink), aluminiumbrons = koper + aluminium, tinbrons = koper + tin.

Alle metalen vormen een z.g.n. rooster tijdens het stollen vanuit hun vloeibare toestand. Alle atomen liggen dan keurig op een rij gerangschikt en dat in alle richtingen. In het rooster van ijzer worden ander metaalatomen opgenomen die zijn bijgevoegd. Voor ijzer kunnen dat zijn mangaan (Mn), Molybdeen (Mo), Nikkel (Ni), Chroom (Cr), etc. Omdat deze atomen een andere grootte hebben verstoren ze de rechte lijnen van de ijzeratoomrooster waardoor spanningen ontstaan, die van invloed zijn op de sterkte. Meestal neemt de sterkte hierdoor toe.

De naam *organische* verbindingen stamt uit de tijd dat deze groep verbindingen alleen in de levende natuur waren te vinden, aangemaakt door *organismen*.

De uiteindelijke basis van deze koolstofhoudende natuurlijke verbindingen is de *fotosynthese* of *koolstofassimilatie*, waarbij *planten* koolstofatomen, uit in de atmosfeer aanwezige koolstofdioxide, vastleggen in de koolstofketens van *glucosemoleculen*.

Vanuit glucose maakt de plant vervolgens ook grotere koolstofhoudende moleculen als *vetten*, en *biopolymeren* als *zetmeel*, *eiwitten*, en *DNA* aan.

Aardolie en aardgas zijn organische verbindingen, net als mensen.

Als organische verbindingen worden verbrand komt de koolstof (C) vrij die zich chemisch bindt aan zuurstof (O) en ontstaat CO₂.

Uit de uitlaat van een auto komt dus hetzelfde als uit de schoorsteen van een crematorium of een houtkachel.

We kunnen CO₂ prima gebruiken in Spa-rood, Coca-Cola, bier, menggas voor MAG-lassen, etc. Te veel CO₂ in de atmosfeer leidt tot opwarming van de aarde.

Een elektrische vlamboog is een fenomeen waarin een spectaculaire interactie tussen vrije moleculen, atomen en elektronen, met botsen, heen en weer knallen, uit één vallen en verbinden en ons zo de enorm hoge temperatuur oplevert waarmee we per direct metalen kunnen smelten en verbinden. De drijvende kracht is een stroom van vrije elektronen (elektrische stroom) die het spektakel aan de gang houdt.

Kennis van atomen en alle daaruit voortvloeiende inzichten opent je een wereld van inzicht en mogelijkheden, o.a. in de lastechniek, voor oplossingen van problemen die je anders niet had kunnen bedenken.

Veel plezier!