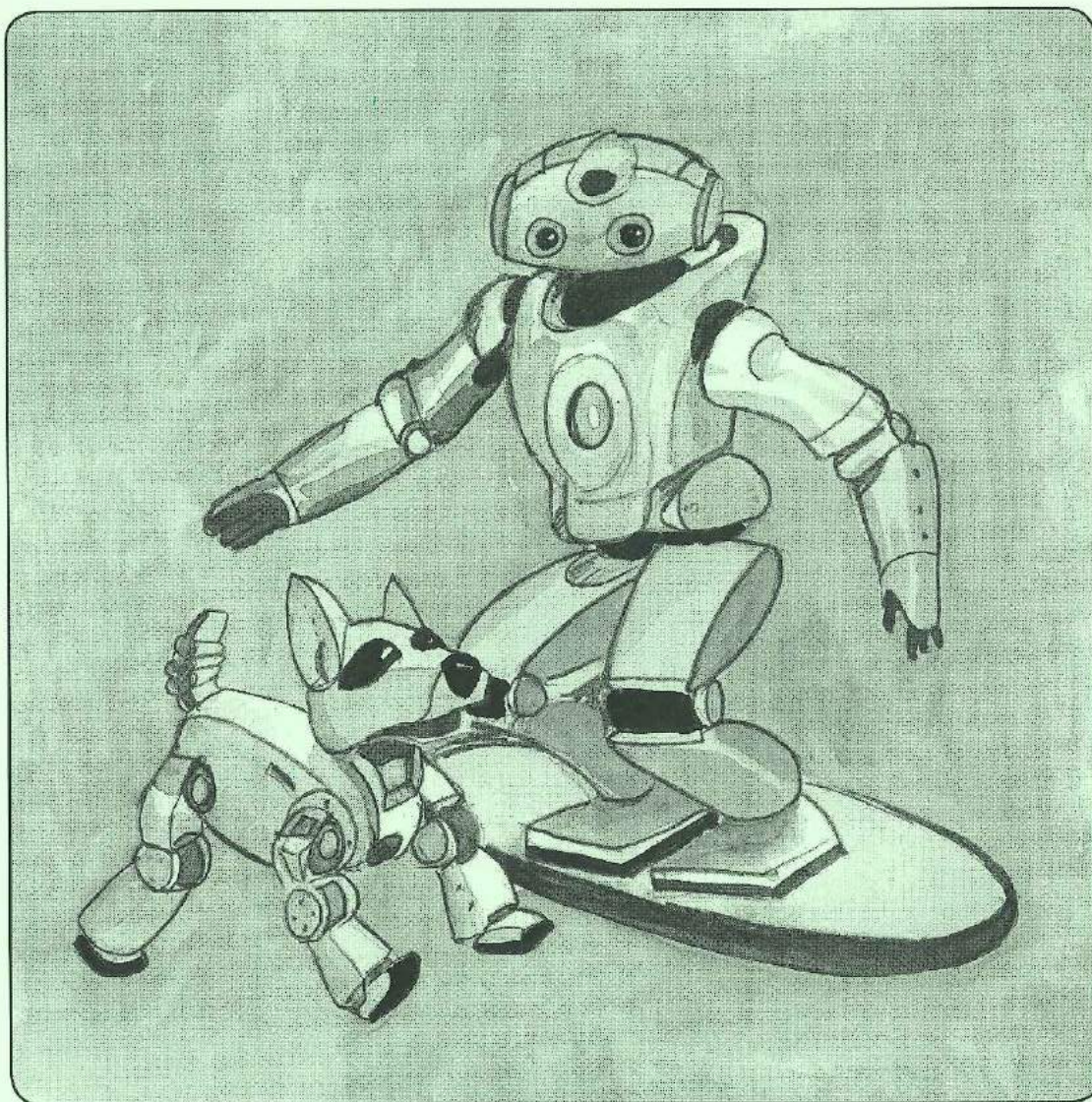


Robots



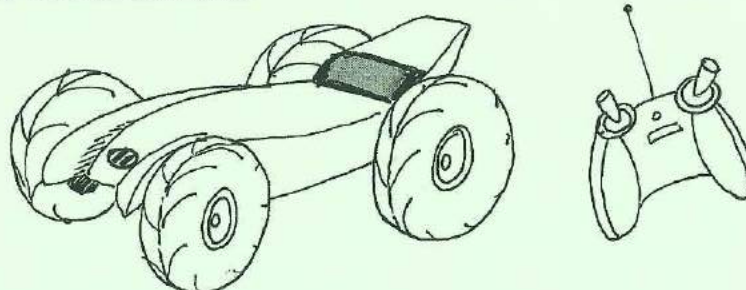
ROBOTS: 6^e LEERJAAR + / GROEP 8 + 1^e JAAR SECUNDAIR / VOORTGEZET ONDERWIJS

1. Robot of geen Robot? P3	
1.1 Wanneer spreken we over een robot?	3
1.2 De robot en de mens: een humanoïde creatie?	5
1.3 Zintuigen	6
1.4 Robot of geen robot?	7
1.5 Robots wereldwijd	10
2. Sensoren	14
2.1 De zintuigen van een robot	14
2.2 Ultrasonische geluidsgolven	15

3. Bewegende robots	18
4. Toepassingen van robots	20
5. Robots met wielotjes	24
5.1 De robot Lego NXT Tribot	24
5.2 Formules om de afgelegde weg te berekenen	27
6. Robocup voetbalwedstrijd	28
6.1 De wereld in 3D of 2D?	28
6.2 Een partijtje voetbal	29
7. Het geweten van de robot.....	32
7.1 Ethiek wat is dat?	32
7.2 Robo-ethiek, kan dat?	35
8. Robots spreken een mondje Nederlands	38
8.1 Robots vroeger en nu	38
8.2 Spreekwoorden	39
8.3 Spraaktechnologie	40
8.4 Robot kruiswoordraadsel	41
8.5 Robotspelling	42
9. Logigram	43
10. Robots spreken een mondje Frans	45
10.1 De computer, het brein van de robot	45
10.2 Gevoelige Robots	48
10.3 Robots kruipen in de huid van dieren	49
10.4 Robotdialoog	50
10.5 Robots in actie	51
10.6 De robot Asimo stelt zich voor	52
10.7 De knuffelrobot Probo	53
11. Robots spreken een mondje Engels	55
11.1 De computer, het brein van de robot	55
11.2 Gevoelige Robots	58
11.3 Robots kruipen in de huid van dieren	59
11.4 Robotdialoog	60
11.5 Robots in actie	61
11.6 De robot Asimo stelt zich voor	62
11.7 De knuffelrobot Probo	63
12. Grafieken Robots	65
12.1 Een Robotrace	65
12.2 Global Positioning System (GPS)	68
12.3 Snelle robots	71
13. Het binaire of tweetallige talstelsel	73
13.1 Het tientallige talstelsel	73
13.2 Hoe zit het binaire of tweetallige talstelsel in elkaar?	77
13.3 Van tientallig naar binair	87
13.4 Binaire Ledklok	91
13.5 Vragen en antwoorden	92
13.6 Het 60-talige talstelsel	93
14. Logische poorten of schakelingen	94
14.1 De elektrische kringloop of stroomkring	94
14.2 De computer	95
14.3 Verschillende betekenissen van signalen	96
14.4 De AND-poort	97
14.5 De OR-poort	100
14.6 De NOT-poort	102
14.7 De XOR-poort	104
14.8 De NAND-poort	106
14.9 De NOR-poort	108
14.10 De XNOR-poort	110
14.11 Samenvatting van de logische poorten	112
15. Bits en Bytes	113
16. Woordzoeker	115
17. Robotwebsites.....	116

**ROBOTS: 6^e LEERJAAR + / GROEP 8 +
1^e JAAR SECUNDAIR / VOORTGEZET ONDERWIJS**

1. ROBOT OF GEEN ROBOT?



1.1 Wanneer spreken we over een robot?

Iedereen kan zich wel iets voorstellen bij het woord robot.

Toch is deze vraag niet zo eenvoudig, want zeg nu zelf: wat is het verschil tussen enerzijds een robot en anderzijds een computer, een automatische machine of een telegeleid voertuig?

Een robot moet natuurlijk kunnen bewegen; dus is een computer geen robot.

Wel maakt een computer vaak deel uit van een robot.

Daarnaast moet een robot zijn omgeving kunnen waarnemen zoals wij die zien, horen, proeven, ruiken en voelen en daarna moet hij beslissen wat hij zal doen.

Meestal kan een robot meerdere taken uitvoeren of kun je tenminste zijn programma aanpassen.

Een automatische machine daarentegen kan maar één taak volbrengen en doet dit zonder zijn omgeving waar te nemen.

De robot moet deze taken zelfstandig kunnen uitvoeren, dus zonder menselijke tussenkomst die er wel is bij een telegeleid voertuig.

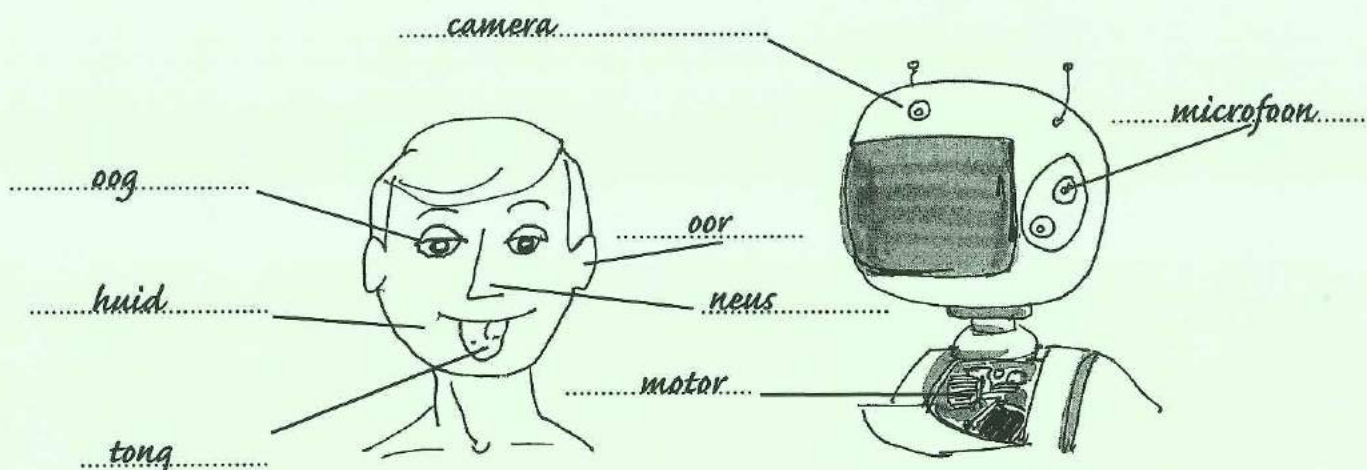
Een robot kan natuurlijk wel opdrachten krijgen van een mens, maar daarna zal de robot zelf moeten nadenken om deze opdracht met succes te volbrengen.

Om dus te weten of iets een robot is, moeten de volgende kenmerken aanwezig zijn: het moet kunnen bewegen, zijn omgeving kunnen waarnemen en kunnen nadenken.

Grootte en vorm zijn daarbij niet belangrijk.

a. Kies uit en vul in:

oor – microfoon – huid – tong – motor – oog – camera – neus



b. Kleur het vakje dat bij een robot past groen.

beweegt	denkt zelf na over zijn opdrachten	beslist zelf wat hij zal doen
kan opdrachten krijgen	kan meestal maar één taak tegelijk aan	beweegt niet
voert meerdere taken uit	neemt zijn omgeving waar	kan zijn programma laten aanpassen
heeft steeds menselijke tussenkomst nodig	voert zijn taken zelfstandig uit	neemt zelf geen beslissingen

c. Waarom is een computer geen robot?

Hij kan niet bewegen.

d. Waarom is een automatische machine geen robot?

Ze kan maar één taak tegelijk volbrengen en doet dit zonder de omgeving waar te nemen.

e. Waarom is een telegeleid voertuig geen robot?

Het kan geen taken zelfstandig uitvoeren of kan niet werken zonder menselijke tussenkomst.

f. Zijn volgende beweringen goed of fout?

Een robot moet op een mens lijken. *fout*

Elektrische draden zijn de zenuwen van een robot. *goed*

Een robot moet groter dan een computer zijn. *fout*

Een robot moet verschillende taken kunnen uitvoeren. *goed*

Een telegeleide auto is geen robot. *goed*

Een robot heeft een computer nodig om na te denken. *goed*

1.2 De robot en de mens: een humanoïde creatie?

De hele dag lang ontvangen we via onze ogen, oren, neus, tong en huid een heleboel informatie over de buitenwereld. De organen die deze prikkels ontvangen en omzetten in impulsen zijn onze zintuigen.

Een robot hoort via een microfoon en ziet via een camera. Bij een robot noemen we dit geen zintuigen, maar sensoren.

Al onze zintuigen zijn verbonden met onze hersenen via de zenuwen. Zenuwen bestaan uit zenuwcellen die met elkaar zijn verbonden tot lange draden. Door het vrijgeven van chemische stoffen geven ze elektrische signalen of impulsen door. Met je hersenen neem je vervolgens de prikkels waar, denk je na en beslis je wat je gaat doen.

Het brein van een robot is een computer. In de computer van de robot zit een programma dat zegt hoe er op de sensorgegevens gereageerd moet worden. De computer stuurt de motoren van de robot aan zoals je hersenen je spieren doen bewegen. In plaats van zenuwen worden in robots elektrische draden gebruikt om de sensoren en motoren te verbinden met de computer. De robot kan dus zijn omgeving waarnemen met de sensoren, nadenken met de computer en bewegen met de motoren. We hebben alle ingrediënten voor de robot.

a. Kies uit en vul het schema in.

motoren – camera – nadenken en beslissingen nemen – elektrische draden – zien –
microfoon – bewegen – computer – horen – waarnemen omgeving – sensoren –
doorgeven elektrische signalen

mens	robot	functie
zintuigen	...sensoren.....	...waarnemen omgeving.
ogen	...camera.....	...zien.....
oren	...microfoon.....	...horen.....
zenuwen	...elektrische draden.....	doorgeven elektrische.... signalen of impulsen.....
spieren	...motoren.....	...bewegen.....
brein/hersenen	...computer.....	nadenken en.....beslissingen nemen....

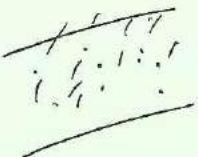
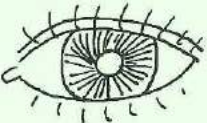
b. Welke drie belangrijke kenmerken moeten aanwezig zijn om een machine een robot te noemen?

De omgeving waarnemen met de sensoren, nadenken met de computer en.....
bewegen met de motoren.....

1.3 Zintuigen

Kies uit en vul in.

neus – zien – evenwichtszin – horen – smaakzin – voelen – oog – gehoor – evenwichtsorgaan
evenwicht – reukzin – tong – gezichtsvermogen – oor – huid – ruiken – proeven – tastzin

afbeelding	anatomie	zintuig	gewaarwording
	oor.....	gehoor.....	horen.....
	tong.....	smaakzin.....	proeven.....
	neus.....	reukzin.....	ruiken.....
	huid.....	tastzin.....	voelen.....
	oog.....	gezichts- vermogen.....	zien.....
	evenwichts- orgaan.....	evenwichts- zin.....	evenwicht.....

Het gezichtsvermogen, het gehoor, de reukzin en de smaakzin zijn de meest gekende zintuigen. Neem daar nog de tastzin bij en we hebben de vijf zintuigen. Voelen wordt ingedeeld in drie afzonderlijke zintuigen gelegen in de huid: de tastzin (aanraking/druk), het voelen van warmte en koude en het voelen van pijn. Een minder gekend zintuig is de proprioceptie: met spierspoeltjes en pees-zintuigen voel je bewegingen en lichaamsbewustzijn.

1.4 Robot of geen robot?

Een robot moet de omgeving kunnen waarnemen met sensoren, kunnen nadenken, beslissingen nemen en bewegen.

a. Wat is de naam van het voorwerp? Kies uit.

Is het een robot of niet? Duid aan.

Asimo – Darpa terreinwagen – een wasmachine – stofzuigrobot Roomba – F1-wagen –
een laptop – de Mars Exploration Rover – industriële armen bandwerk

b. Kleur onder de tekeningen in of het een robot is of niet.

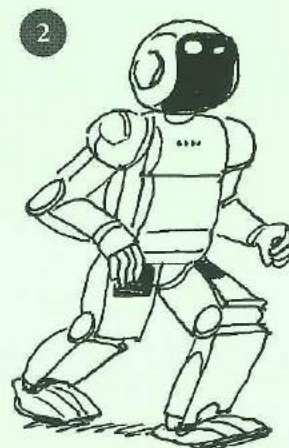


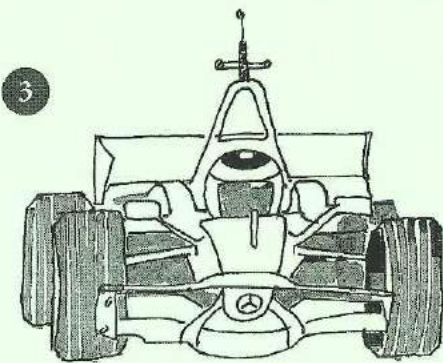
c. Schrijf op waarom een voorwerp een robot is of niet.



- a. een laptop
- b. ☺ robot ☹ geen robot
- c. Een laptop is geen robot want hij
beweegt niet. De computer wordt wel
vaak als brein van een robot gebruikt.

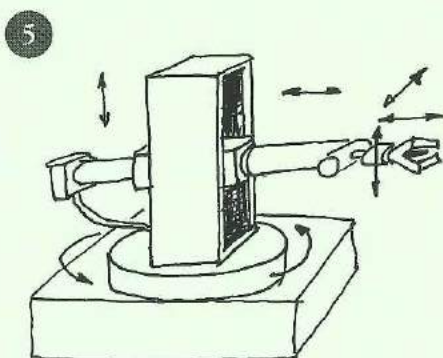
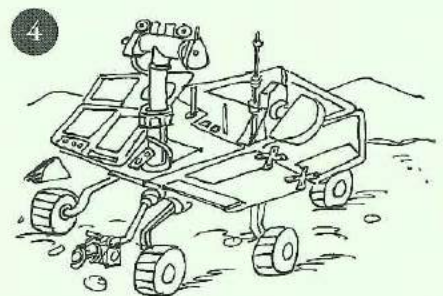
- a. Asimo
- b. ☺ robot ☹ geen robot
- c. Dit is Asimo, de meest geavanceerde
robot ter wereld. Hij heeft de vorm van
een mens, zodanig dat hij trappen kan
oplopen en dezelfde werktuigen als ons
kan gebruiken.





- a. *F1-wagen*.....
- b. ☒ robot ☐ geen robot
- c. *Een Formule 1-wagen is een auto*.....
maar geen robot, want hij wordt.....
bestuurd door een F1-piloot.....

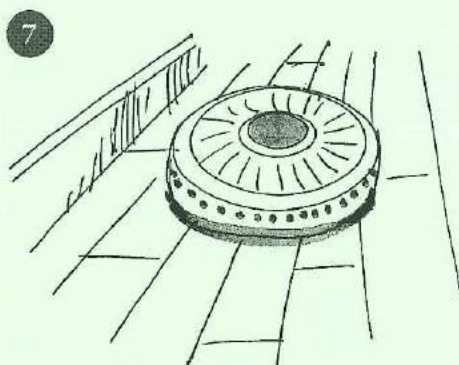
- a. *de Mars Exploration Rover*.....
- b. ☒ robot ☐ geen robot
- c. *De Mars Exploration Rover is een robot om*.....
op Mars zelfstandig de bodem en de rotsen te.....
onderzoeken.....



- a. *industriële armen bandwerk*.....
- b. ☒ robot ☐ geen robot
- c. *Industriële robotarmen helpen*.....
tijdens het bandwerk bij het bouwen.....
van een auto.....

- a. *Darpa terreinwagen*.....
- b. ☒ robot ☐ geen robot
- c. *Deze terreinwagen is een robot. Zoals je*.....
ziet, zit er geen chauffeur achter het stuur.....
De robot heeft heel wat sensoren op zijn.....
dak staan om te zien waar de weg is.....





- a. Roomba stofzuiger.....
- b. ☒ robot ☐ geen robot
- c. Deze stofzuigrobot stofzuigt.....
..automatisch je huis.. Via sensoren valt hij..
..niet van de trap en kan hij zelfstandig.....
..zijn laadstation terugvinden.....

- a. een wasmachine.....
- b. ☐ robot ☒ geen robot
- c. Dit is geen robot. De wasmachine kan.....
..enkel wassen en niets meer.....



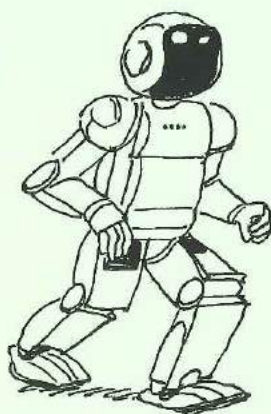
1.5 Robots wereldwijd

a. Wie is wie?

- Kijk naar de robots en lees de beschrijvingen.

- Welke naam hoort bij welke robot? Kies uit:

Asimo – Hubo – Probo – Canadarm



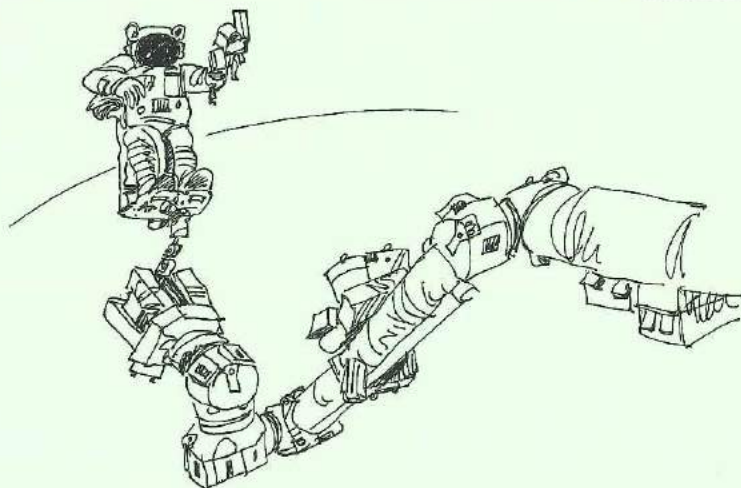
Asimo.....

Een **Japanse** robot, een letterwoord voor Advanced Step in Innovative MObility.



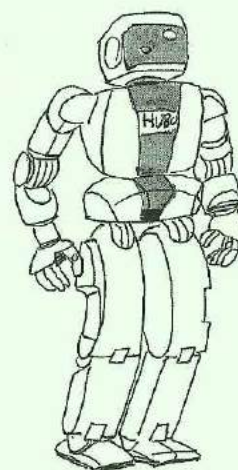
Probo.....

Een **Belgische** robot. Een dier met een opvallende slurf, afgeleid van het woord proboscidea, slurfdieren of olifantachtigen. In de naam zit ook het woord ROBO dat de gerobotiseerde aard benadrukt.



Canadarm.....

In de naam van de robot zit de naam van het **Noord-Amerikaanse** land van herkomst vervat. Deze robotarm is bevestigd aan de Space Shuttle om bijvoorbeeld satellieten uit het vrachtruim in de ruimte te plaatsen.



Hubo.....

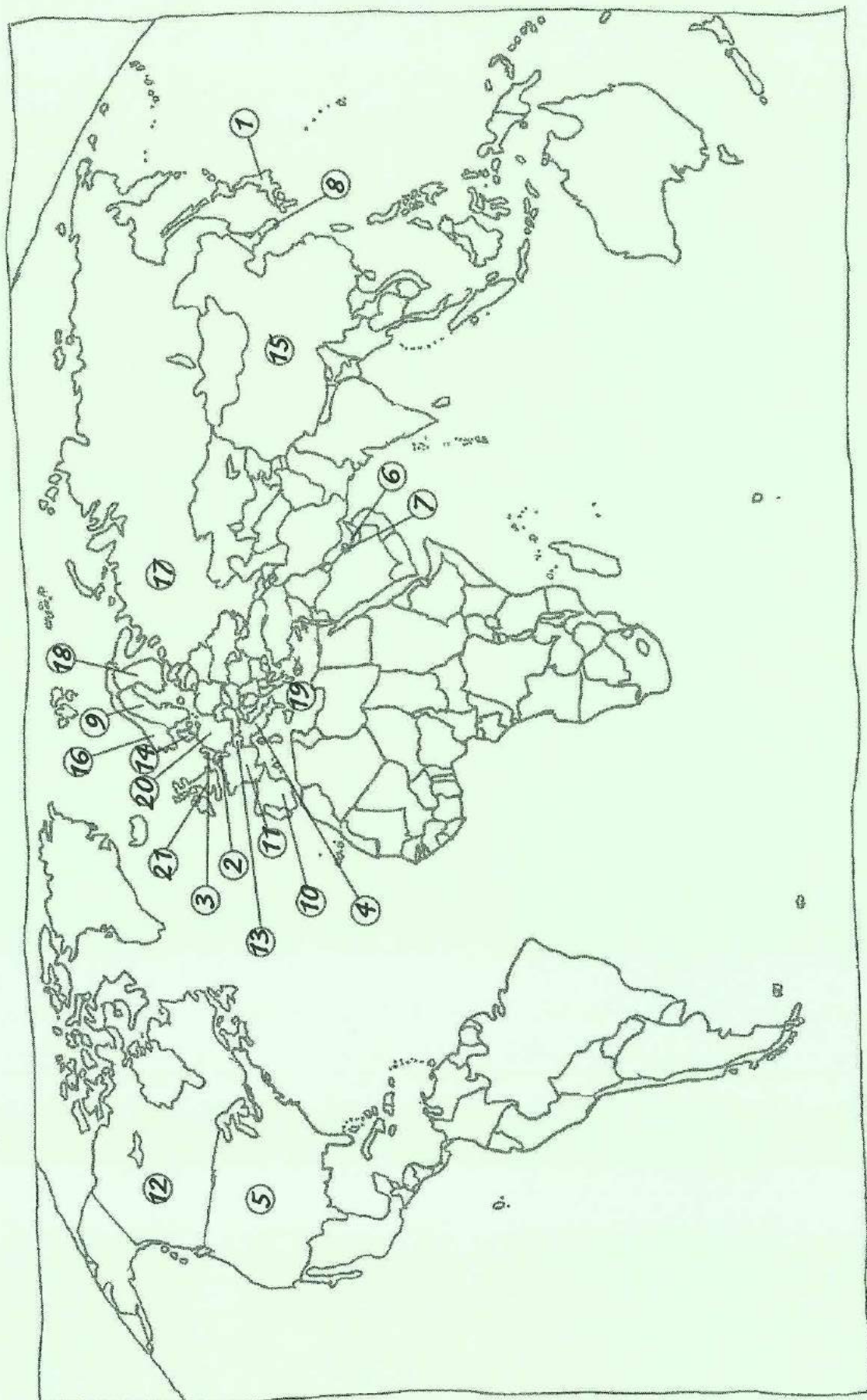
Een **Zuid-Koreaanse** robot waarvan de naam is afgeleid van 'humanoid robot', menselijke robot.

b. Vul in de tabel de naam van de robot, de hoofdstad en de inwoner in.

naam robot	land van herkomst	inwoner	 hoofdstad
..... <i>Asimo</i>	1. Japan	 <i>Japanner</i>	 <i>Tokyo</i>
..... <i>Proba</i>	2. België	 <i>Belg</i>	 <i>Brussel</i>
Denise	3. Nederland	 <i>Nederlander</i>	 <i>Amsterdam</i>
iCub	4. Italië	 <i>Italiaan</i>	 <i>Rome</i>
Leonardo	5. Verenigde Staten	 <i>Amerikaan</i>	 <i>Washington D.C.</i>
Reem-B	6. Verenigde Arabische Emiraten	 <i>een inwoner van de VAE</i>	 <i>Abu Dhabi</i>
Robot Jockey	7. Qatar	 <i>Qatarees</i>	 <i>Doha</i>
..... <i>Hubo</i>	8. Zuid-Korea	 <i>Zuid-Koreaans</i>	 <i>Seoul</i>
Rotundus	9. Zweden	 <i>Zweed</i>	 <i>Stockholm</i>
Rh-0	10. Spanje	 <i>Spanjaard</i>	 <i>Madrid</i>
NAO	11. Frankrijk	 <i>Fransman</i>	 <i>Parijs</i>
..... <i>Canadarm</i>	12. Canada	 <i>Canadees</i>	 <i>Ottawa</i>
Khepera	13. Zwitserland	 <i>Zwitser</i>	 <i>Bern</i>

naam robot	land van herkomst	mannelijke inwoner	 hoofdstad
LEGO Mindstorms NXT	14. Denemarken	 <i>Deen</i>	 <i>Kopenhagen</i>
Huitong	15. China	 <i>Chinees</i>	 <i>Peking/Beijing</i>
Anna Konda	16. Noorwegen	 <i>Noor</i>	 <i>Oslo</i>
ARNEA	17. Rusland	 <i>Rus</i>	 <i>Moskou</i>
Work Partner	18. Finland	 <i>Fin</i>	 <i>Helsinki</i>
HELOT	19. Griekenland	 <i>griek</i>	 <i>Athene</i>
Justin	20. Duitsland	 <i>Duitser</i>	 <i>Berlijn</i>
Talisman	21. Groot-Brittannië	 <i>Brit</i>	 <i>Londen</i>

c. Nummer op de kaart de landen van herkomst van de robots.



2. SENSOREN

2.1 De zintuigen van een robot

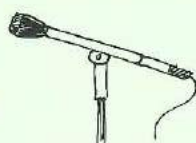
Bij een robot noemen we de zintuigen sensoren.

Met de sensoren kan de robot de omgeving waarnemen.

a. Welke sensor zit in volgende apparaten?

Kies uit en vul in.

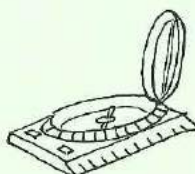
camera – gps – kompas – thermometer – microfoon



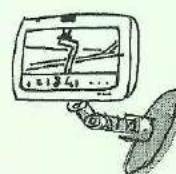
...microfoon...



...camera...



...kompas...



...gps...



...thermometer...

b. Zoek voor elke sensor de juiste werking.

Kies uit en vul in.

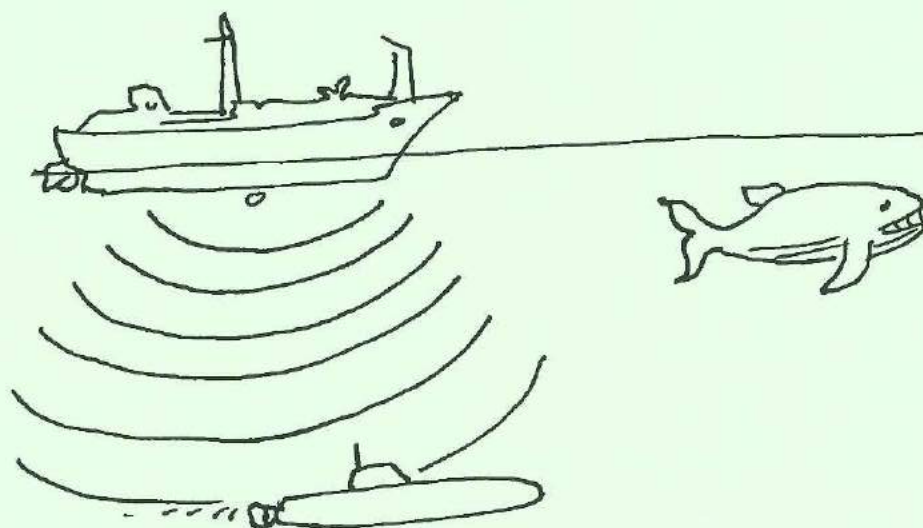
temperatuur – beelden – afstanden tot een hindernis – geluid
positie op aarde – aanraking – hoek met het noorden

sensor	Wat detecteert de sensor?
microfoon	...geluid...
camera	...beelden...
kompas	...hoek met het noorden...
gps	...positie op aarde...
thermometer	...temperatuur...
tastsensor	...aanraking...
ultrasone sensor	...afstand tot een hindernis... via ultrasone sensor

2.2 Ultrasone geluidsgolven

Geluid plant zich voort in de vorm van **geluidsgolven**. Je kunt het vergelijken met een steen die in het water wordt gegooid. Dan verspreiden de rimpels zich als steeds groter wordende concentrische cirkels. Die geluidsgolven hebben twee kenmerken: de grootte die **de amplitude** wordt genoemd en het aantal golven dat per seconde passeert. Dat aantal wordt **frequentie** genoemd. De eenheid van frequentie is **Hertz**. De amplitude bepaalt hoe luid een geluid is. Hoe hoger de frequentie, hoe meer golfjes per seconde, hoe hoger de waargenomen toon. Het menselijk oor kan geen ultrasone geluiden, met een heel hoge frequentie, opvangen. Honden, muizen, dolfinen en enkele insecten kunnen dat wel. Vleermuizen produceren zelf ultrasoon geluid voor het vangen van hun prooi en om in het donker nergens tegenaan te botsen. Ultrasoon geluid heeft vele toepassingen, bijvoorbeeld in **de medische wereld**, met de echografie bij een zwangerschapsonderzoek of bij hartonderzoek. Ook bekend is **de sonar** (sound navigation and ranging) die gebruikt wordt door onderzeeërs. Sonar is een techniek om onder water te navigeren of om andere voorwerpen te detecteren. De apparatuur zendt ultrasone trillingen uit, die worden teruggekaatst en opgevangen. De tijd tussen het uitgezonden en ontvangen signaal bepaalt hoever het obstakel zich bevindt. De geluidssnelheid in de lucht is ongeveer 340 meter per seconde en onder water 1 500 meter per seconde.

(Zie *Robots Binnenstebuiten*, pag. 129-130).



a. Antwoord met goed of fout.

De grootte van de geluidsgolven wordt uitgedrukt in Hertz. *fout*.....

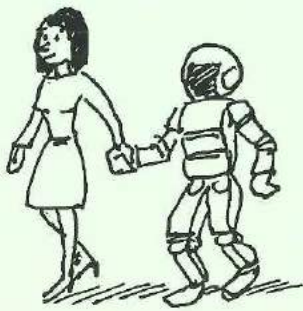
Het menselijke gehoor kan hogere frequenties horen dan een vleermuis. *fout*.....

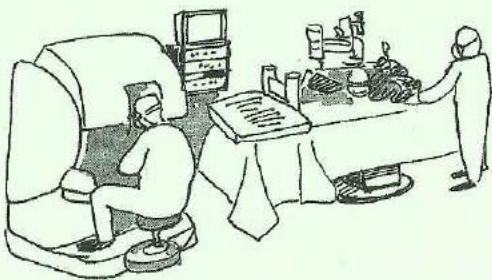
Sonar staat voor **sound navigation and ranging**. *goed*.....

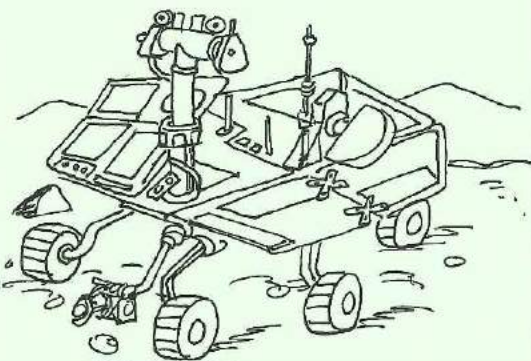
De geluidssnelheid in lucht is 1 500 meter per seconde. *fout*.....

Bij elke volgende robot is een omschrijving gegeven van wat hij doet.

Omcirkel de sensoren die elke robot nodig heeft om zijn omschreven taken uit te voeren.

	Asimo herkent gebaren en kan afstanden tot personen inschatten. Hij gehoorzaamt op gesproken commando's. Als een persoon zijn hand vastpakt, wandelt de robot mee met de persoon.	
microfoon	camera	kompas

	De da Vinci-robot assisteert bij het uitvoeren van chirurgische ingrepen. De chirurg zit aan een speciale computer waar hij een videobeeld in de patiënt ziet. Met zijn handen bedient hij joysticks die de grippers doen bewegen. De grippers voeren de operatie uit. Via de hendels voelt de chirurg of de instrumenten door zacht weefsel snijden of door been.	
camera	tastsensor	microfoon

	De Mars Exploration Rover rijdt zelfstandig rond op Mars op zoek naar water. Hij onderzoekt de bodem en de rotsen, meet de temperatuur en stuurt beelden naar de aarde.	
thermometer	gps	camera

	Furby is een knuffelrobot. Tegen hem kun je Nederlands en zijn eigen taal Furbish praten. Als je op zijn buik kietelt, begint hij te lachen.
tastsensor	microfoon thermometer

	Nesbot brengt koffie rond. Hij mag nergens tegenaan rijden. Via je computer kun je de robot bestellen om op een gewenst uur langs te komen.
gps	microfoon ultrasone sensor

	Roomba is een robot die je huis stofzuigt. Als hij ergens tegenaan botst, draait hij zich om en zet zijn tocht verder. Als zijn batterijen leeg zijn, rijdt hij zelfstandig naar zijn oplaadstation.
tastsensor	camera gps

3. BEWEGENDE ROBOTS

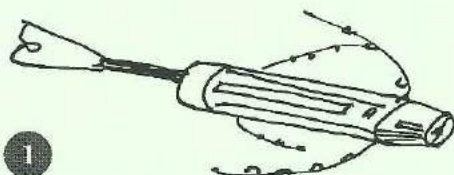
Een robot moet kunnen bewegen. De ingenieurs bepalen welke motor het best past bij het gewricht van de robot. Elke motor bestuurt slechts één beweging van het gewricht.

Welke motor hoort bij welke robot?

Kies uit en vul in: A, B, C, D of E.

1	2	3	4	5
.....C.....	A.....	B.....	E.....	D.....

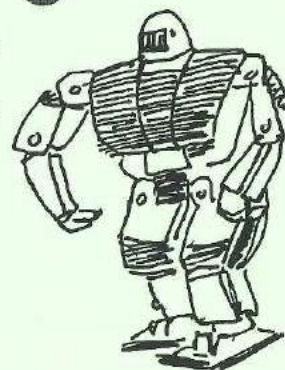
ROBOTS



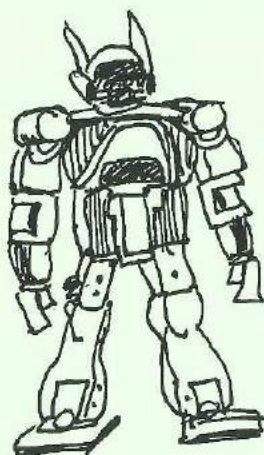
1

Deze robot is 11 millimeter op 25 millimeter. Met zijn pootjes kan hij rondwandelen in je darmen om er foto's te maken.

2



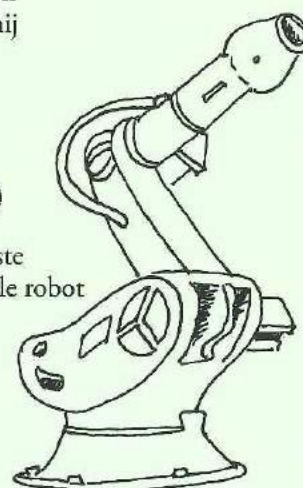
Kleine humanoïde robot, met lengte van 30 centimeter, die je zelf kunt programmeren. Voor hobbyisten.



3

HRP-2 is even groot en even zwaar als een modale persoon. Met zijn motoren kan hij rondstappen, maar niet lopen.

4



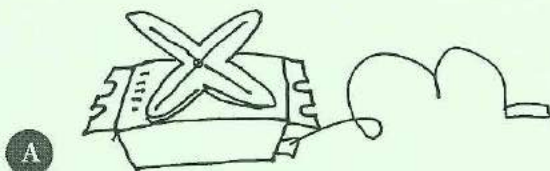
De sterkste industriële robot



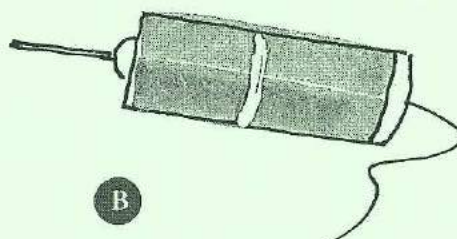
5

Autonoom robotvoertuig. Deze robot rijdt rond zonder chauffeur.

MOTORS



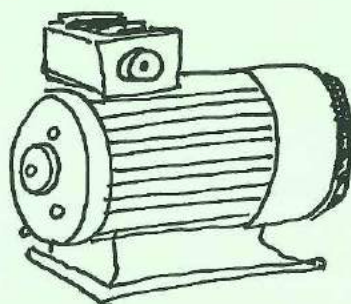
De servomotor is zeer geliefd bij hobbyisten omdat hij eenvoudig te controleren is. De gewenste hoekpositie wordt door de computer naar de servomotor doorgestuurd en de motor draait tot deze positie bereikt wordt.



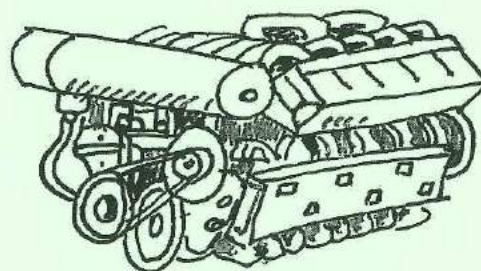
Deze motor heeft een bijzonder hoge precisie. Omwille van de hoge kwaliteit, kost hij tamelijk veel. Hij is 10 centimeter lang.



Micromotor met een lengte van slechts enkele millimeter. De krachten, die de motor ontwikkelt, zijn heel miniem.



Zware elektrische motor die zware lasten kan verplaatsen



Benzinemotor

4. TOEPASSINGEN VAN ROBOTS

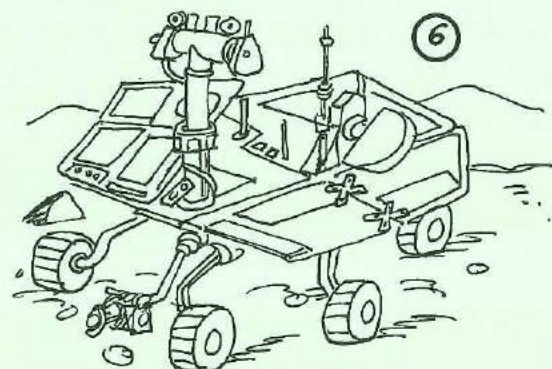
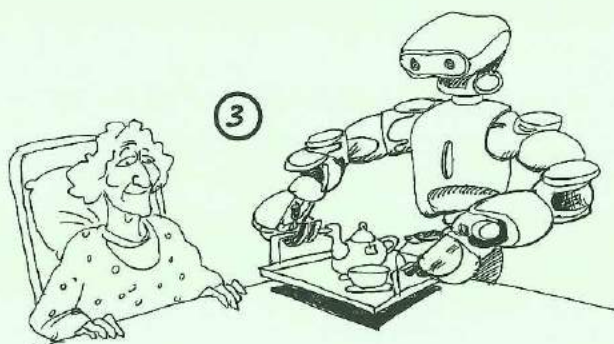
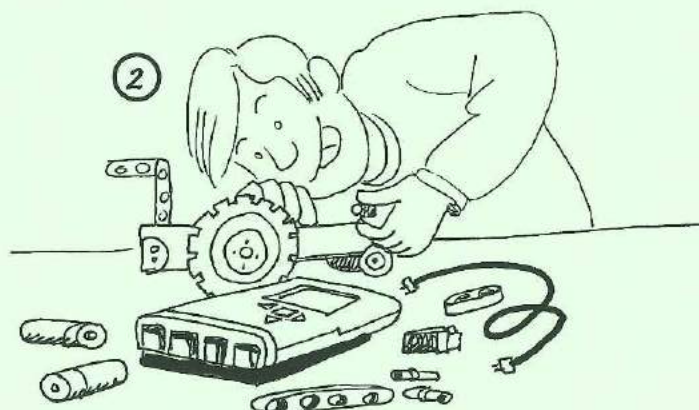
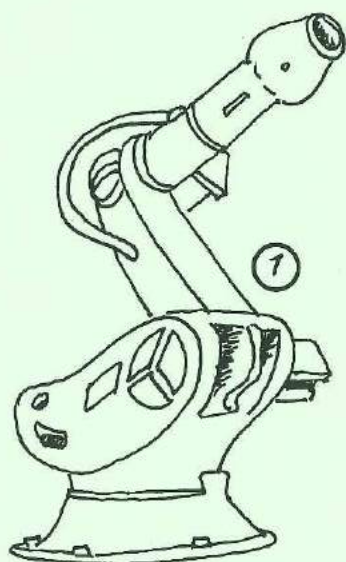
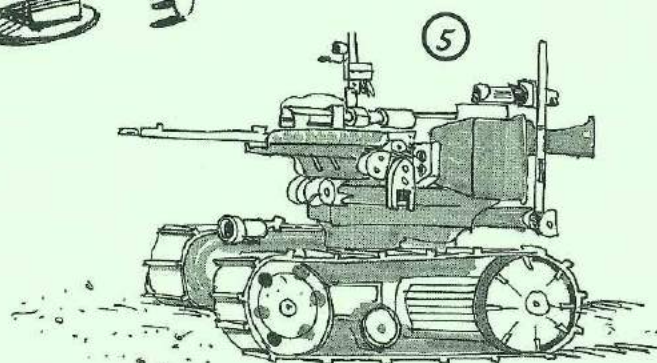
4.1 Robots in alle soorten en formaten

a. Schrijf de volgende toepassingen van robots op de juiste plaats.

entertainmentrobots – industriële robots – medische robots – militaire robots
assistentierobots – exploratierobots

1. Robots zijn vooral terug te vinden in autofabrieken en gsm-fabrieken. Deze *industriële robots* doen werk dat voor mensen te saai, te vuil of te gevaarlijk is. Ook worden robots ingezet als er heel nauwkeurig gewerkt moet worden of bij werk waarvoor de mens niet sterk genoeg is. Momenteel wordt er heel hard gewerkt aan een nieuwe soort robots die ons leven zullen binnentreden.
2. Kinderen zullen spelen met *entertainmentrobots* en hobbyrobots. Vandaag zijn de speelgoedrobots, bijvoorbeeld het knuffeldiertje Furby en de stoere Robosapien, al heel populair. Als je zelf een robot wilt bouwen, dan kun je aan de slag met de LEGO Mindstorms NXT-robots. De Lego-robot kun je zo programmeren dat hij een zwarte lijn volgt of begint te dansen als er muziek gespeeld wordt.
3. De menselijke robots zijn in volle ontwikkeling. Het doel van deze robots is het bijstaan van mensen. Ze worden ... *assistentierobots* genoemd en helpen bijvoorbeeld in het huishouden. Het aantal hulpbehoevende bejaarden neemt voortdurend toe. Velen hebben niemand die permanent voor hen kan zorgen. Het inschakelen van robots zou een oplossing kunnen zijn. Nu al worden er veel robots die stofzuigen en grasmaaien verkocht. Deze robots doen hun werk zelfstandig. Als de batterijen bijna leeg zijn, zoeken ze zelf hun laadstation op.
4. Voor de geneeskundige sector worden *medische robots* (4) ontworpen. Zo helpt de 'da Vinci-robot' een chirurg bij het uitvoeren van operaties. De chirurg kijkt via een 3D-bril in de patiënt. Via hendels bedient de chirurg de kleine grijpertjes van de robotarmen. Geamputeerden worden geholpen met robotbenen en -armen. Heel kleine robots zullen misschien binnenkort doorheen onze aderen zwemmen en bijvoorbeeld medicijnen afleveren precies op die plaats waar ze nodig zijn.
5. Het leger is meer en meer geïnteresseerd in *militaire robots* Momenteel worden ze vaak gebruikt voor verkenningsopdrachten of om mijnen vanop afstand onschadelijk te maken. Helaas zijn er ook robots met wapens en worden die ingezet in oorlogsgebied.
6. Gevaarlijke plaatsen zoals vulkanen en afgelegen plaatsen zoals planeten kunnen verkend worden met de inspectie- en *exploratierobots* Wanneer een gebouw verwoest is door een aardbeving gaan robots op zoek naar overlevenden in het puin. Zij kunnen rijden door kleine openingen waar mensen niet doorheen kunnen. Op Mars rijden twee robots, met de naam Mars Exploration Rover, rond op zoek naar water. Water is een noodzakelijke voorwaarde om een vorm van leven op Mars te kunnen hebben.

b. Nummer de tekeningen met het juiste tekstblok



c. Zoek de antwoorden in de tekst.

Industriële robots worden gebruikt voor opdrachten met de drie D's: Dirty, Dull en Dangerous. Wat betekenen deze Engelse woorden?

Dirty: *vuil*

Dull: *saai*

Dangerous: *gevaarlijk*

d. Antwoord met goed of fout.

- Als de batterijen van een robot die stofzuigt leeg zijn, moet je de robot zelf aan het laadstation hangen.

..... *fout*

- Op de planeet Mars rijdt één robot rond op zoek naar water.

..... *fout*

- Een humanoïde robot is een robot die lijkt op de mens.

..... *goed*

- Industriële robots worden onder andere gebruikt om opdrachten uit te voeren die te saai zijn voor de mens.

..... *goed*

- Kleine robots zwemmen door de aderen om geamputeerden te helpen.

..... *fout*

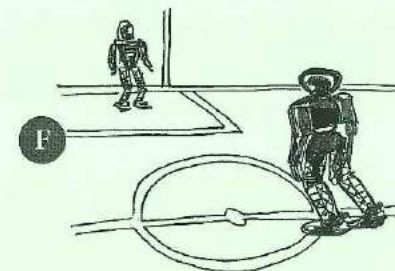
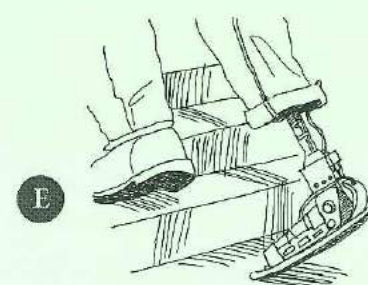
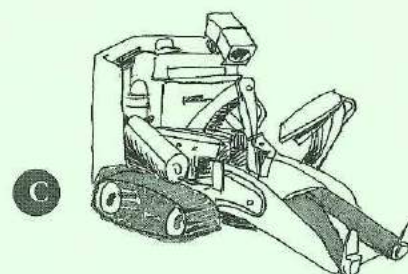
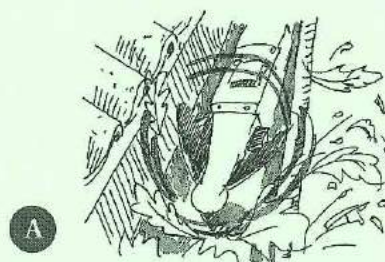
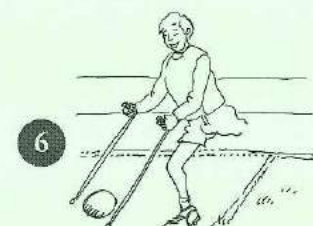
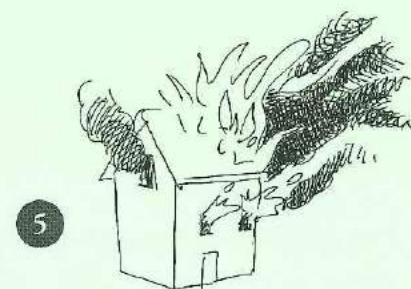
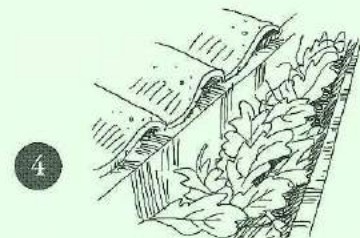
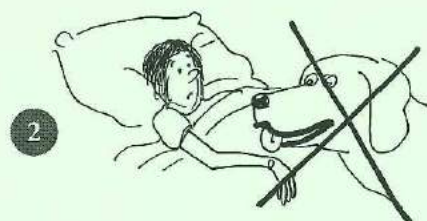
e. Zoek voor elke toepassing de juiste robot. Zie volgende bladzijde.

1	2	3	4	5	6
<i>F</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>C</i>	<i>E</i>



f. Bedenk voor iedere soort robot nog een concrete toepassing. Raadpleeg bijvoorbeeld 'Robots Binnenstebuiten', hoofdstuk 5, pag. 73-108.





5. ROBOTS MET WIELTJES

Verstaan en verklaren

Misschien heb jij je al eens afgevraagd waarom je op school wiskunde moet leren. Formules zijn voor velen heel moeilijk. En toch. Door wiskundige oefeningen te maken, train jij je hersenen in logisch en analytisch denken, net zoals je tijdens het sporten je spieren versterkt. De wiskunde is echter niet zomaar ontstaan. De wiskunde is ontwikkeld om natuurfenomenen te kunnen verklaren. Waarom vallen voorwerpen? Hoe bewegen planeten? Waarom kunnen vogels vliegen? Waarom ziet de lucht blauw en de avondzon rood?

Realisaties

Al snel zagen mensen in dat ze met behulp van wiskunde heel wat konden realiseren. Hoeveel kracht moet een raket hebben om aan de aantrekkingskracht van de aarde te ontsnappen? Hoe moet een brug gebouwd worden zodat ze niet instort? Op welke manier moeten we lenzen van een microscoop slijpen zodat we lichaamcellen kunnen zien? Deze problemen vroegen zoveel rekenwerk, dat het ontwikkelen van speciale machines zoals computers zich opdrong. Aangezien een robot een computer heeft als centrale brein, is een goede kennis van de wiskunde belangrijk om verfijnde robots te bouwen. In dit hoofdstuk zullen we enkele basisberekeningen zien die vaak gebruikt worden voor robots.

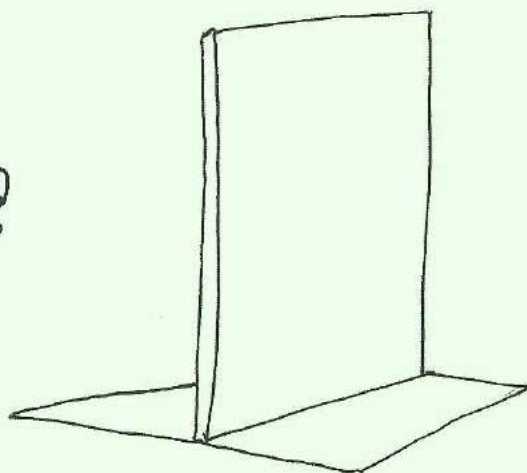
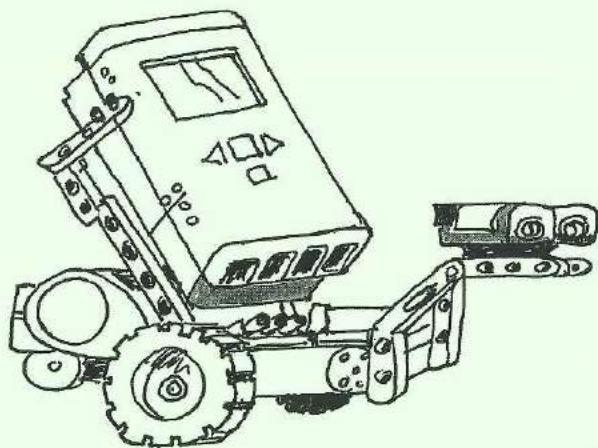
5.1 De robot Lego NXT Tribot

Een robot Lego NXT TriBot ziet met zijn ultrasone sensor * een obstakel op 100 centimeter staan.

Hoeveel omwentelingen moeten zijn wielen dan maken opdat hij precies voor het obstakel tot stilstand komt?

Op pagina 27 vind je de nodige formules om de oefening op te lossen.

* Zie pagina 15



Om dit vraagstuk op te lossen, heb je de straal van het wiel nodig. Dat is de afstand gemeten van de as van het wiel tot de omtrek ervan. Een groot wiel zal minder omwentelingen nodig hebben dan een heel klein wiel om dezelfde afstand af te leggen. De straal van het wiel van de robot TriBot is 2,7 centimeter.

Hieruit berekenen we de omtrek van het wiel met de formule: $\text{omtrek} = \pi \times 2 \times \text{straal}$, korter geschreven als $\text{omtrek} = \pi \times 2 \times r$. Pi, ook π geschreven, is een wiskundige constante. Als we het getal π afronden tot op twee cijfers na de komma, dan vinden we 3,14. Pi is de verhouding tussen de omtrek van de cirkel en de diameter (= dubbele straal): de diameter gaat 3,14 keer in de omtrek.

a. Noteer hieronder wat er gegeven is in het vraagstuk.

robot Lego NXT TriBot
 obstakel op 100 centimeter
 straal van het wiel is 2,7 centimeter
 $\text{omtrek} = \pi \times 2 \times r = \pi \times d$

b. Wat wordt er gevraagd?

Hooveel omwentelingen moeten de wielen maken opdat de robot precies voor het obstakel tot stilstand komt?

c. Met welke wiskundige vlakke figuur kun je een wiel het best vergelijken?

Schrap wat niet past: vierkant, rechthoek, trapezium, cirkel, ovaal.

d. Vul aan.

- De omtrek van het wiel van de robot is17..... centimeter: $3,14 \times 2 \times 2,7$ centimeter.
 Rond af tot op een eenheid.

Als de wielen van de robot één omwenteling maken zal de robot17..... centimeter vooruit rijden.

2 omwentelingen komen overeen met een afgelegde weg van $2 \times \dots\dots\dots 17 \dots\dots\dots = \dots\dots\dots 34 \dots\dots\dots$ centimeter.

3 omwentelingen komen overeen met een afgelegde weg van $3 \times \dots\dots\dots 17 \dots\dots\dots = \dots\dots\dots 51 \dots\dots\dots$ centimeter.

4 omwentelingen komen overeen met een afgelegde weg van $4 \times \dots\dots\dots 17 \dots\dots\dots = \dots\dots\dots 68 \dots\dots\dots$ centimeter.
 Enzovoort.

De algemene formule zegt:

$(\text{aantal omwentelingen}) \times (\text{omtrek wiel}) = (\text{afgelegde afstand})$.

Vul in!

Het obstakel staat op100..... centimeter.

- Hoeveel keer moet het wiel van de robot minstens ronddraaien om de hindernis te bereiken?

.....6..... omwentelingen

Berekening: $3,14 \times 2 \times 2,7 \text{ cm} \approx 17 \text{ cm} (16,956); 100 \text{ cm} : 17 \text{ cm} \approx 6 (5,88)$

- Reken nu zelf uit hoeveel omwentelingen de robot moet maken als het obstakel op 150 centimeter ligt?

.....9..... omwentelingen

Berekening: $3,14 \times 2 \times 2,7 \text{ cm} \approx 17 \text{ cm} (16,956); 150 \text{ cm} : 17 \text{ cm} \approx 9 (8,82)$

e. Vul in de tabel de ontbrekende delen in.

Rond af tot op 2 cijfers na de komma.

	diameter	straal	omtrek wiel	aantal omwentelingen	af te leggen of afgelegde weg
	d	r	o	n	a
1	2 cm.....	1 cm	6,28 cm	5.....	31,40 cm
2	4 cm	2 cm.....	12,56 cm	6.....	75,36 cm
3	5 cm	2,50 cm.....	15,70 cm.....	4	62,80 cm
4	6 cm.....	3 cm	18,84 cm.....	5	94,20 cm
5	7 cm.....	3,50 cm	21,98 cm.....	5	109,90 cm
6	10 cm.....	5 cm.....	31,40 cm	3	94,20 cm.....
7	11 cm.....	5,50 cm.....	34,54 cm	3.....	103,62 cm
8	9 cm.....	4,50 cm.....	28,26 cm	4	113,04 cm.....
9	8 cm.....	4 cm.....	25,12 cm	9.....	226,08 cm
10	13 cm.....	6,50 cm.....	40,82 cm.....	8	326,56 cm

5.2 Formules om de afgelegde weg te berekenen

Uit de algemene formule

$$n \times o = a$$

(aantal omwentelingen) $\times$ (omtrek wiel) = (afgelegde afstand).

leiden wij het zoeken van

- de **afgelegde weg** af:

Je vermenigvuldigt het aantal omwentelingen met de omtrek wiel $\rightarrow$ $a = n \times o$

- het **aantal omwentelingen** van het wiel af:

Je deelt de afgelegde weg door de omtrek wiel $\rightarrow$ $n = a : o$

- de **omtrek** van het **wiel** af:

Je deelt de afgelegde weg door het aantal omwentelingen $\rightarrow$ $o = a : n$

Om de omtrek van een cirkel te berekenen kun je ook de diameter/dubbele straal vermenigvuldigen met pi

$$\rightarrow o = \pi \times d = \pi \times (2 \times r) = \pi \times 2r$$

Om de **diameter** te **berekenen**:

deel je de omtrek door pi $\rightarrow$ $d = o : \pi$

Om de **straal** te **berekenen**:

deel je de omtrek door dubbele pi $\rightarrow$ $r = o : (2 \times \pi)$



Zoek informatie op het internet, in een encyclopedie, in 'Robots Binnenstebuiten'...

- prenten en foto's van robots die in fabrieken gebruikt worden.

Knip ze uit, plak ze op een vel papier.

- prenten en foto's van robots die in de medische sector gebruikt worden.

Knip ze uit, plak ze op een vel papier.

- andere sensoren en hun toepassingen.

6. ROBOCUP VOETBALWEDSTRIJD

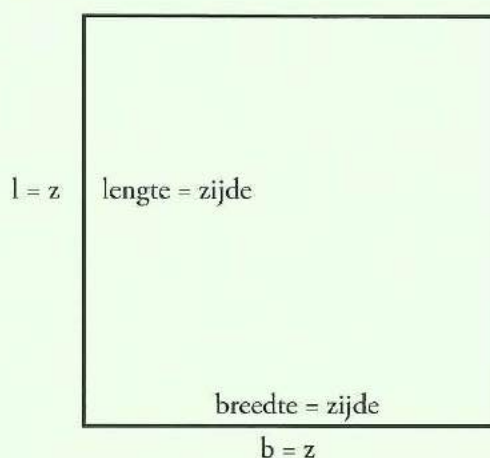
6.1 De wereld in 3D of 2D?

We spreken over tweedimensionaal of 2D als we twee meetkundige dimensies of afmetingen kunnen vaststellen, bijvoorbeeld de lengte (= zijde) en de breedte (= zijde) van een vierkant (zie figuur 1). Andere voorbeelden zijn een cirkel of een afbeelding zoals een foto.

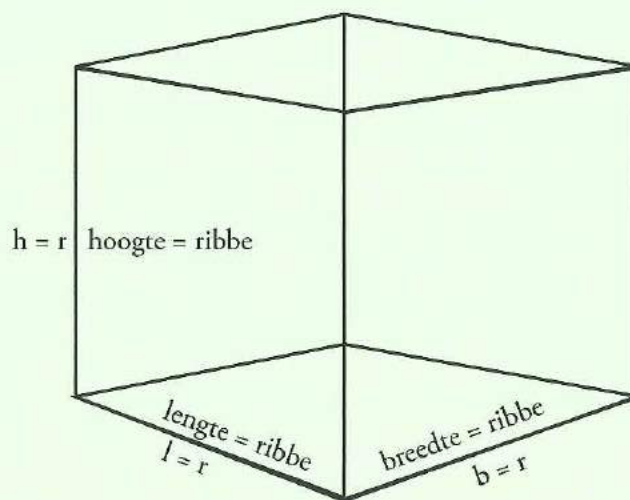
Tweedimensionaal zijn platte oppervlakken, ook vlakken genoemd.

Hoewel een foto zelf tweedimensionaal is, kan de afbeelding zelf wel diepte voorstellen en driedimensionaal lijken.

figuur 1



figuur 2



We spreken over driedimensionaal of 3D als we drie meetkundige dimensies of afmetingen kunnen vaststellen, bijvoorbeeld de lengte (=ribbe), de breedte (=ribbe) en de hoogte (=ribbe) van een kubus (zie figuur 2). Andere voorbeelden zijn een bol, een piramide of een ruimtelijk object zoals een schoenendoos.

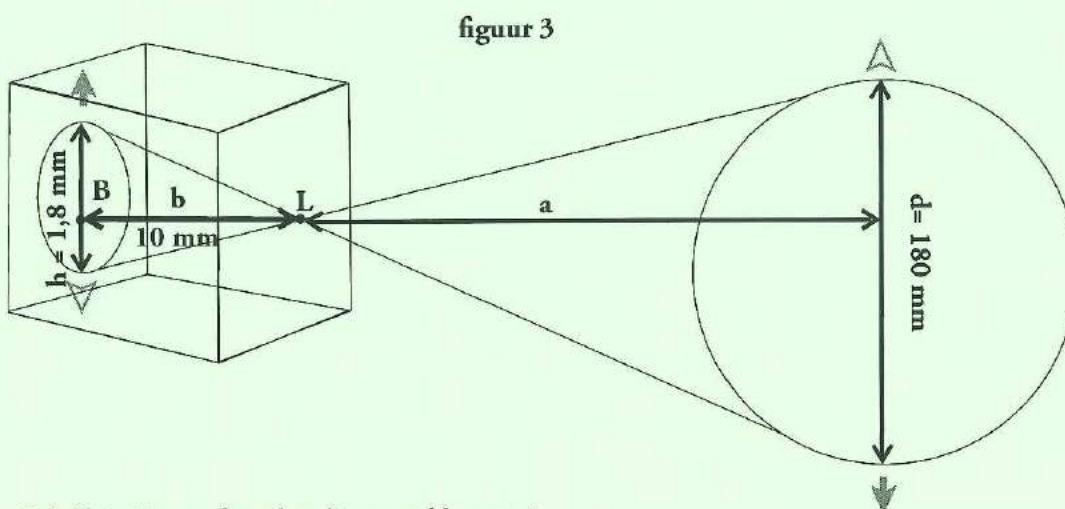
De verkorte aanduiding 3D wordt meestal gebruikt om aan te geven dat iets als ruimtelijk kan worden waargenomen: 3D-foto's, 3D-film of 3D-graphics.

6.2 Een partijtje voetbal

Een camera legt de driedimensionale ruimte vast op een tweedimensionale foto. Als de bal in het beeld van de camera groot is, is hij dichtbij. Als we in het beeld van de camera een kleine bal zien, is hij ver weg.

Het licht dat van de bal komt, gaat door de lens (dat een piepklein gaatje is) en wordt geprojecteerd op de fotogevoelige plaat van de webcam zoals op de volgende figuur (= figuur 3) te zien is. De bal wordt ondersteboven geprojecteerd.

We kunnen dit schematisch voorstellen met figuur 3. 'a' is de onbekende afstand van de cameralens of -spiegel tot de bal of de voorwerpafstand genoemd.



Gelukkig zijn er afstanden die we wel kennen!

- Het wedstrijdreglement voor de Humanoids Soccer wedstrijd stelt dat er gespeeld wordt met een oranje bal van 18 centimeter diameter, dus $d = 18 \text{ cm}$.

- Let bij het kopen van een webcam goed op de brandpuntafstand. Dit is de afstand van de lens (L) tot de fotogevoelige plaat.

brandpunt (B): punt, waarin licht- of warmtestralen na breking samenkomen en elkaar snijden.

brandpuntafstand (b): afstand van het brandpunt tot het midden van de lens (L).

Voor de webcam hier is de brandpuntafstand $b = 10 \text{ mm}$.

- De hoogte van de bal in het camerabeeld kunnen we eveneens bepalen. Deze bedraagt hier 1,8 mm, dus $h = 1,8 \text{ mm}$.

a. Schrijf alle gegevens op:

De hoogte of de diameter van de bal: $d = \dots\dots 18 \dots\dots \text{ cm}$

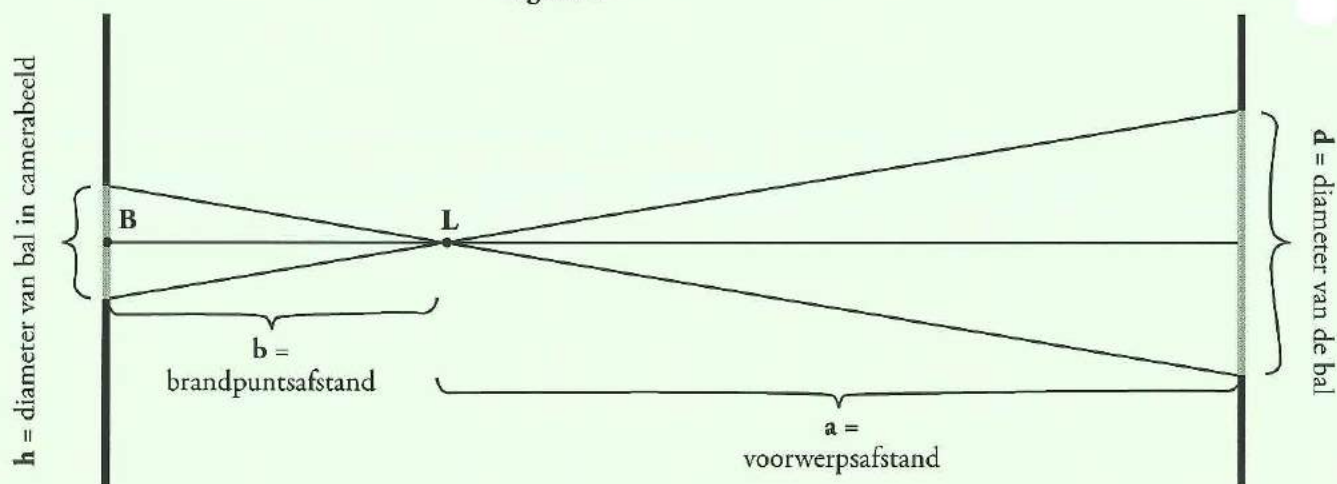
De brandpuntafstand: $b = \dots\dots 0,1 \dots\dots \text{ cm}$

De diameter of de hoogte van de bal in camerabeeld: $h = \dots\dots 0,18 \dots\dots \text{ cm}$

b. Op welke vraag moeten we een antwoord vinden?

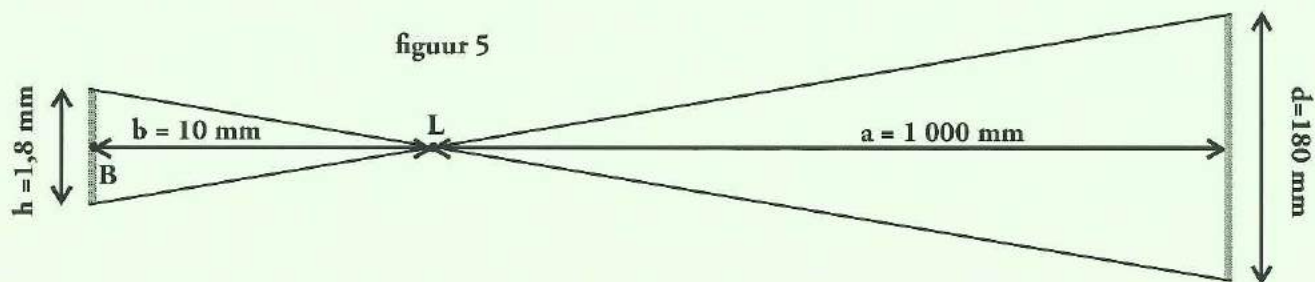
Wat is de afstand (a) van de bal tot de lens (L) van de camera?

figuur 4



Je herkent in het schema (figuur 4) twee driehoeken, met de top tegen elkaar gelegen. Deze twee driehoeken zijn gelijkvormig omdat ze drie gelijke hoeken hebben. Je kunt de kleine driehoek vergroten zodat die precies op de grote past.

figuur 5



Eerst moeten we alle afstanden in dezelfde maateenheid plaatsen (figuur 5). We zullen alles in millimeter plaatsen: $d = 18 \text{ cm} = 180 \text{ mm}$; $b = 10 \text{ mm}$; $h = 1,8 \text{ mm}$.

Zoek met de gegevens $1,8 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - 1\,000 \text{ mm} - 180 \text{ mm}$ een aantal gelijke verhoudingen uit. Zo is $1,8 \text{ mm}$ op 10 mm niet dezelfde verhouding als $1\,000 \text{ mm}$ op 180 mm .

c. Vul de verhoudingen in en zet de symbolen a, b, d en h ernaast.

- Bereken eerst op welke afstand de bal ligt van de (cameralens van de) robot.
- Bereken dan als controlemiddel de dikte van de bal.

de afstand van de bal tot de robot		de dikte (diameter) van de bal																
x ..100.. → <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>1,8</td><td>180</td></tr> <tr><td>10</td><td>1.000</td></tr> </table> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle; margin-left: 20px;"> <tr><td>..h..</td><td>..d..</td></tr> <tr><td>..b..</td><td>a</td></tr> </table> → x ..100..	1,8	180	10	1.000	..h..	..d..	..b..	a		x ..100.. ↑ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>1 000</td><td>180</td></tr> <tr><td>10</td><td>1,8</td></tr> </table> ↑ x ..100.. <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>..a..</td><td>d</td></tr> <tr><td>..b..</td><td>..h..</td></tr> </table>	1 000	180	10	1,8	..a..	d	..b..	..h..
1,8	180																	
10	1.000																	
..h..	..d..																	
..b..	a																	
1 000	180																	
10	1,8																	
..a..	d																	
..b..	..h..																	

Heb je als afstand van de robot tot de bal 1 000 mm of 1 m gevonden?

Heb je ook gevonden dat de dikte van de bal 180 mm of 18 cm is?

En nu snel de robot naar de bal bewegen voordat de tegenstander de bal te pakken krijgt.

d. De Middle Sized Robot League speelt met een oranje bal met een diameter van 70 centimeter.

Bereken de afstand tot de bal als dezelfde camera wordt gebruikt, maar de diameter van de bal in het camerabeeld 1,4 millimeter is5.000 mm of 5 m.....

- Bereken dan als controlemiddel de dikte van de bal.

- Gebruik de volgende verhoudingstabellen.

de afstand van de bal tot de robot		de dikte (diameter) van de bal																
x ..500.. → <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>1,4</td><td>700</td></tr> <tr><td>10</td><td>5.000</td></tr> </table> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle; margin-left: 20px;"> <tr><td>..h..</td><td>..d..</td></tr> <tr><td>..b..</td><td>a</td></tr> </table> → x ..500..	1,4	700	10	5.000	..h..	..d..	..b..	a		x ..500.. ↑ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>5 000</td><td>700</td></tr> <tr><td>10</td><td>1,4</td></tr> </table> ↑ x ..500.. <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>..a..</td><td>d</td></tr> <tr><td>..b..</td><td>..h..</td></tr> </table>	5 000	700	10	1,4	..a..	d	..b..	..h..
1,4	700																	
10	5.000																	
..h..	..d..																	
..b..	a																	
5 000	700																	
10	1,4																	
..a..	d																	
..b..	..h..																	

7. HET GEWETEN VAN DE ROBOT

7.1 Ethiek, wat is dat?

a. Lees de tekst en vul het juiste woord aan.

samenwerken – filosoof – verboden – overtreedt – doodstraf – populair – mening – industriële
verklappen – kinderarbeid – raad – dierenproeven – discussies – stemming – liegen – geweten
huisgenoten – verschillen – regels – leerplicht – oordeel

b. Geef elke alinea een passende kop.

Verboden kinderen te pesten – Een robot baas in huis? – Vrije mening
Arbeidsreglement voor robots – Ethische vraagstukken
Je innerlijke stem – Een leugentje moet kunnen. Soms.

1. *Arbeidsreglement voor robots*



.....*industriële*..... robots staan hoofdzakelijk opgesteld in fabrieken waar ze heel hard werken. Opdat niemand gevaar zou lopen, staan de robots in kooien veilig afgeschermd van de mensen. De bedoeling van de nieuwe generatie robots is dat ze met ons*samenwerken*..... in onze dagelijkse omgeving. Daarom zullen we voor de robots*regels*..... moeten opstellen waaraan de robot zich zal moeten houden. Alleen dan zal de robot kunnen weten of hij moreel juist handelt. Deze discipline heet ethiek. Specifiek voor de robots praten we over de robo-ethiek.

2. *Een leugentje moet kunnen. Soms.*

De Griekse wijsgeer of*filosoof*..... Socrates (470-399 v.C.) wordt beschouwd als de grondlegger van de ethiek. Hij stelde dat overal waar mensen bij elkaar zijn er ethiek bij komt kijken. Overal waar mensen samenleven heb je de vraag: 'Hoe kunnen we dat zo goed mogelijk doen?' Je kent vast heel wat ethische regels. Zo heb je geleerd om niet te*liegen*..... of te spieken. Alhoewel een leugentje om bestwil wel eens kan. Heb je bijvoorbeeld een cadeautje gekocht, dan heb je soms moeite om het niet te*verklappen*..... En wat doen velen dan? Een leugentje vertellen. Een heel kleintje maar hoor!



3. *Verboden kinderen te pesten*.....

Wat een geluk dat er in België en in Nederland*leerplicht*.....
is. In vele landen bestaat er nog*kinderarbeid*.....
Geef toe, kinderarbeid moet wereldwijd*verboden*.....



worden. Dat stoot rechtvaardige mensen tegen de borst. Elk kind heeft het recht om te spelen en om naar school te gaan. Dankzij de school kan ieder kind leren, zich individueel ontwikkelen, een schoolloopbaan opbouwen en succesvol in het beroeps- en het maatschappelijk leven stappen. Laten we het dan op school niet verpesten door elkaar te pesten of lijdzaam toe te kijken hoe medeleerlingen daar onder lijden.

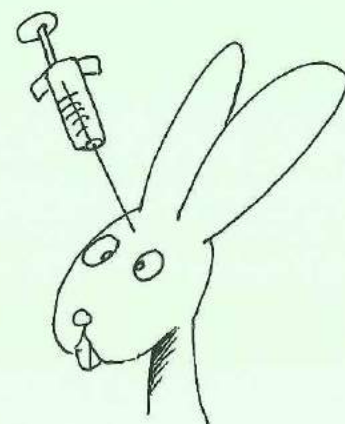
4. *Je innerlijke stem*.....



Als je de regels*overtreedt*..... dan zal dit waarschijnlijk aan je geweten knagen. Het*geweten*..... vergelijkt immers de ethische regels met een praktische situatie. Net alsof er een engeltje op je schouder zit en je wat goede*raad*..... influistert.

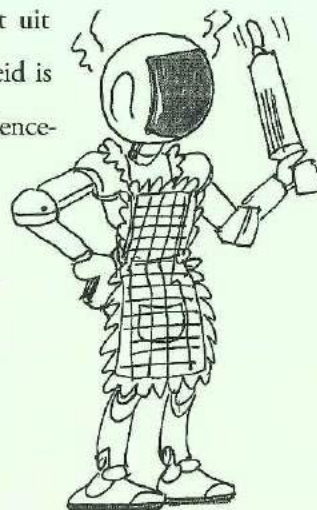
5. *Ethische vraagstukken*.....

Over bepaalde ethische kwesties*verschillen*..... de meningen vaak. Mag je bijvoorbeeld als lesbische vrouw of homo trouwen? In België en Nederland is het wettelijk toegelaten, maar in vele landen nog niet. In enkele landen kun je er zelfs de*doodstraf*..... voor krijgen. Andere voorbeelden die erg gevoelig liggen, zijn euthanasie op ongeneeslijk zieke mensen en abortussen bij ongewenste zwangerschappen. Mogen*dierenproeven*..... uitgevoerd worden bij de ontwikkeling van nieuwe medicijnen? Over zulke thema's wordt er vaak gediscussieerd en moet de samenleving een oplossing proberen te vinden.



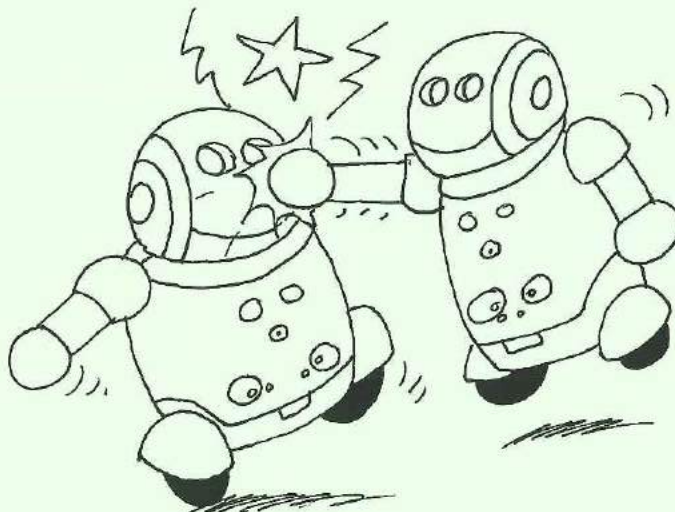
6. *Een robot baas in huis?*

Hoe de robo-ethiek er moet uitzien weten we nog niet. De*discussies*..... erover zijn net gestart. Ze gebeuren zeker niet in het luchtledige. Integendeel, ze vloeien voort uit praktische vragen. En dat komt ook doordat nog maar pas de mogelijkheid is ontstaan om robots*huisgenoten*..... te laten worden. In science-fictionfilms zijn robots al een tijdje een*populair*..... thema. Verschillende films gaan over het feit dat robots veel slimmer en sterker zouden zijn dan mensen. Nog meer, robots zouden ons willen overheersen. Is dat zo?



7. *Vrije mening*

In de onderstaande oefening staan enkele dilemma's waarover iedereen in de klas zijn*mening*..... moet geven. Denk eraan dat elke mening even belangrijk is. Iedereen is vrij om een eigen*oordeel*..... te hebben. Luister naar elkaar en neem elkaars standpunten in overweging. Het is volkomen normaal dat je door iets bij te leren, ook je mening gaat veranderen. Gelukkig maar, anders leefden we nog in de oertijd waar we elkaar met de knots te lijf gingen. Op het einde van de discussie houden jullie een*stemming*..... en proberen zelf een robo-ethiekcharter op te stellen. Daarin bepalen jullie wat wel en niet kan voor een robot. Misschien wordt dit dan wel het geweten van de toekomstige robots.



7.2 Robo-ethiek, kan dat?

a. Lees de tekst en vul het juiste woord in.

kanker – menselijk – rechten – fout – voorrang – informatie – slimmer – oorlog
 gehandicapten – verliefd – doden – financieel – sensoren – geweten – slaven – af luisteren
 burger – hulpbehoevenden – sneller – verantwoordelijk – liegen

b. Geef elke alinea een passende kop.

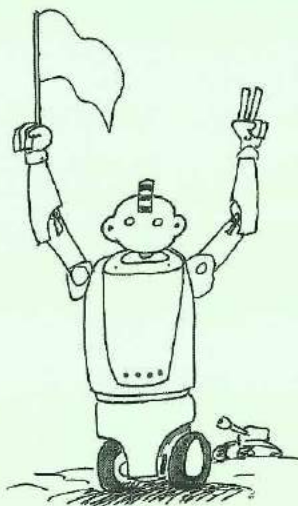
Half mens, half robot – Informatie uit het robotbrein – Weet een robot wat fout is?
 Slimme slavernij – Een sociale robot – Hoe ga je met de robots om? – Schiet de robot dood!

1. *...Slimme slavernij...*

Mogen we robots maken die*slimmer*..... zijn dan mensen?
 Bestaat de kans dat ze ons ooit gaan overheersen en dat de mensen
*slaven*..... van de robots worden? Zullen slimmere robots
 uitvindingen doen die het menselijke vernuft overstijgen én de
 mensheid ten goede komen? Zoals bijvoorbeeld heel milieuvriendelijke
 machines maken of medicijnen uitvinden tegen ziektes zoals AIDS en
*kanker*.....



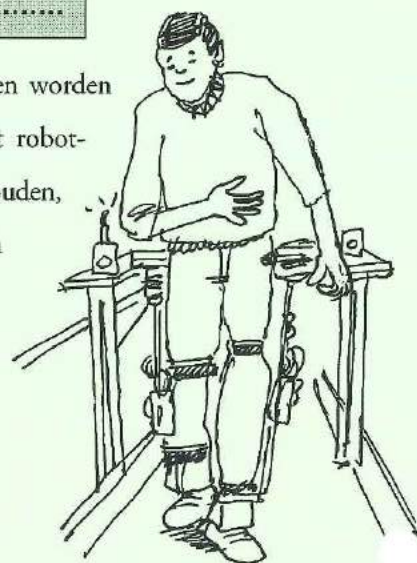
2. *...Schiet de robot dood!*



Mogen robots ingezet worden in oorlogsgebied? Mag een robot zelfstandig
 beslissen om iemand te*doden*..... Wat als de robot nog niet
 zelf het onderscheid kan maken tussen soldaat en*burger*.....
 omdat zijn sensoren niet sterk genoeg zijn? Kun je door het gebruik van robots het
 leven van heel wat soldaten sparen? Mochten er alleen robots op oorlogs-
 pad gestuurd worden, dan zouden er uiteraard minder soldaten nodig
 zijn. Bestaat de kans dat een land precies daarom sneller de*oorlog*.....
 verklaart?

3. *Half mens, half robot*

Mogen*gehandicapten*..... en geamputeerden geholpen worden met robotprothesen? Mag een gezond persoon zichzelf verbeteren met robottechnologie? Zo zou je bijvoorbeeld heel gemakkelijk leerstof kunnen onthouden, mochten je hersenen met een computer verbonden zijn. En als je je eigen benen gaat vervangen door robotbenen zul je*sneller*..... kunnen lopen tijdens de Olympische Spelen. Heb je bezwaren? Tot wanneer blijf je nog mens en wanneer word je robot? Wat doe je met het verschil tussen mensen die het zich*financieel*..... kunnen permitteren om aan zichzelf te laten sleutelen en anderen die dat niet kunnen?

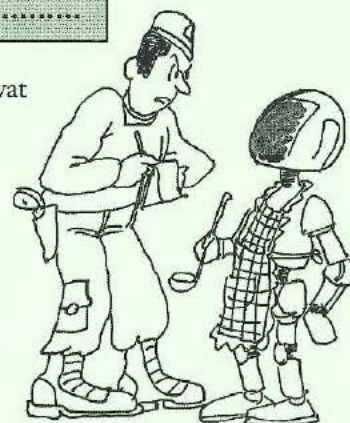


4. *Een sociale robot*

Mogen*hulpbehoevenden*..... geholpen worden door een assistentierobot? Mogen deze robots zich sociaal gedragen zodat het leuk is ermee te praten? Mag je de hulpbehoevenden laten vereenzamen met hun sociale robot of moeten ze steeds*menselijk*..... contact met vrienden, familie en zorgverstrekkers blijven houden? Mag je op een robot*verliefd*..... worden en ermee trouwen? Kan een robot wel echte liefde teruggeven?

5. *Informatie uit het robotbrein*

De*sensoren*..... van een robot verzamelen heel wat informatie over de omgeving waarin de robot werkt. Wie mag van deze*informatie*..... gebruik maken? Mag de fabrikant gegevens van de robot opvragen om meer te weten over het leven van de gebruiker? Bijvoorbeeld wanneer de gebruiker opstaat en welke producten hij graag lust? Mogen de ouders de kinderen*afluisteren*..... via de robot? Mag de huishoudrobot ondervraagd worden door de politie?

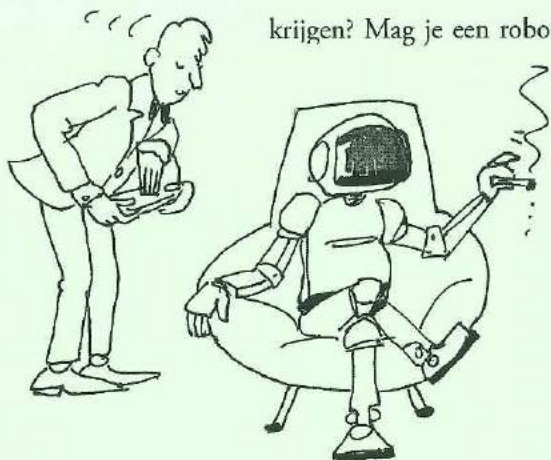


6. *...Hoe ga je met de robots om?.....*

Als je een robot heel wat plichten geeft, moet die robot dan ook *rechten*.....

krijgen? Mag je een robot zomaar slaan of kapot maken? Mag je *liegen*.....

tegen een robot? Moet je hoffelijk zijn tegen een robot of moet de robot zich altijd slaafs gedragen? Moet de mens bijvoorbeeld altijd *voorrang*..... krijgen op een robot?



7. *...Weet een robot wat fout is?.....*

Momenteel is het nog heel moeilijk om een robot een *geweten*..... te geven. Daarvoor moet een robot onderscheid kunnen maken tussen goed en *fout*.....

De programmeurs van een robot moeten er wel naar streven dit te programmeren in het robotbrein. Wanneer een robot geen onderscheid kan maken tussen goed en kwaad, is de robot niet *verantwoordelijk*..... voor zijn daden. De fabrikant of de gebruiker van een robot is wel verantwoordelijk. Hij moet de robot op een verantwoorde manier gaan gebruiken.



Vat nu de discussie maar aan!

Lees uit het robotboek 'Robots Binnenstebuiten' zeker het hoofdstuk 'Het geweten van de robot' van pag. 119-121. Bespreek daarbij de vier wetten van Asimov op pag. 121.

8. ROBOTS SPREKEN EEN MONDJE NEDERLANDS

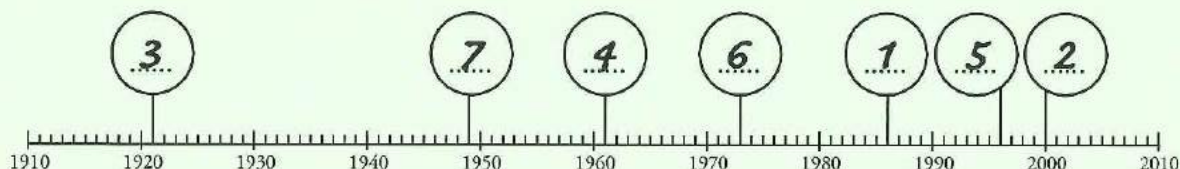
8.1 Robots vroeger en nu

a. Vul de werkwoordvormen aan.

Het woord 'robot' werd in 1921 *bedacht* (bedenken) door een Tsjechische toneelschrijver Karel Capek. Robot betekent werk of slaaf. De eerste zelfstandige robots werden *gebouwd* (bouwen) in 1949. Elmer en Elsie waren de namen van deze robots. Ze werden dikwijls *vergeleken* (vergelijken) met schildpadden, niet alleen door hun vorm, maar vooral omdat ze zo traag waren. In 1961 werd de eerste industriële robot Unimate *geïnstalleerd* (installeren) in een autofabriek. De eerste volledige menselijke of humanoïde robot WABOT-1 is *ontworpen* (ontwerpen) in Japan en werd *voorgesteld* (voorstellen) in 1973. In 1986 begon Honda in het diepste geheim met de ontwikkeling van humanoïde robots. 10 jaar later *verrasten* (verrassen) de Japanners de hele wereld met hun robot P2. Hun laatste robot, Asimo, is nog steeds de meest ontwikkelde robot ter wereld. De vroegste Asimo werd in 2000 voor het eerst aan het publiek *getoond* (tonen).

b. Noteer op de tijdslijn de geboortedata van de verschillende robots en de geboortedatum van het woord robot:

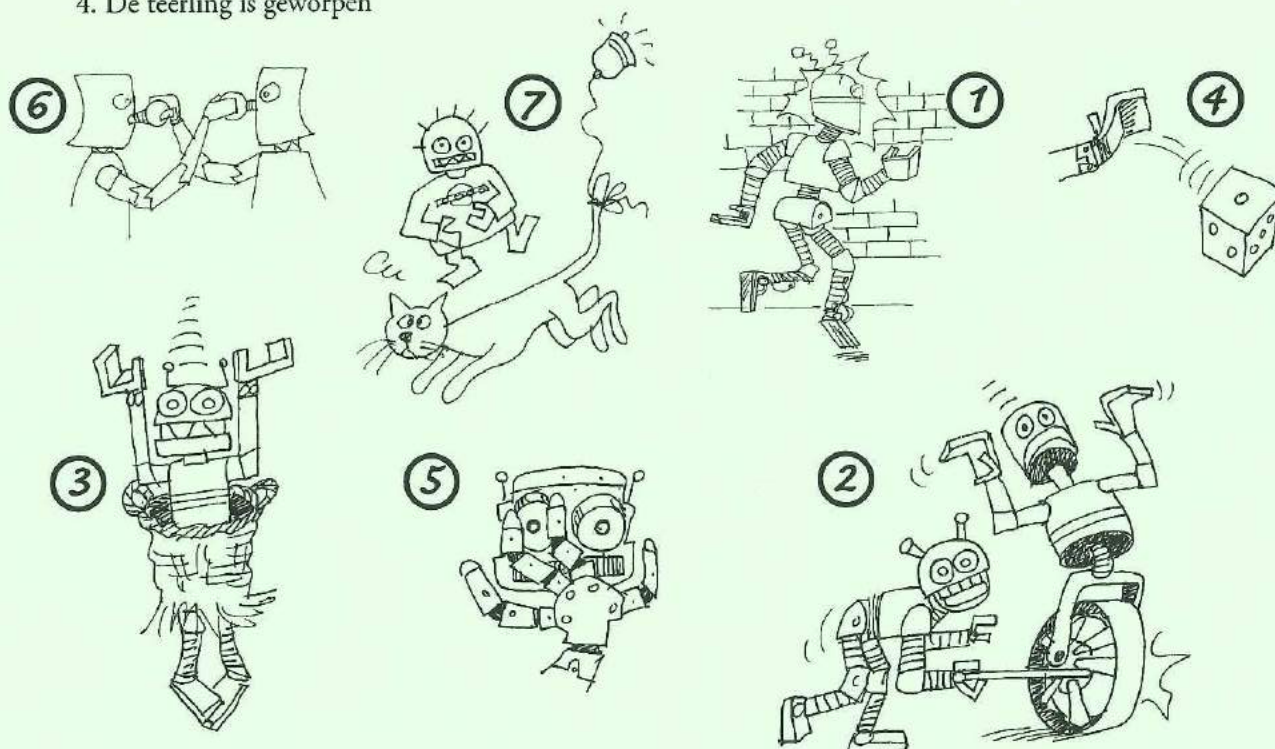
1. start ontwikkeling robots van Honda
2. Asimo
3. het woord robot
4. Unimate
5. P2
6. WABOT-1
7. Elmer en Elsie



8.2 Spreekwoorden

a. Zet het juiste spreekwoord bij de tekeningen.

1. Met het hoofd tegen de muur lopen
2. Een stok in het wiel steken
3. Door de mand vallen
4. De teerling is geworpen
5. Iets door de vingers zien
6. Elkaar bij de neus nemen
7. De kat de bel aanbinderen



b. Schrijf er de betekenis bij. Kies uit!

Een gevaarlijk initiatief nemen
 Door tegenwerking niet bereiken wat je wil
 Er is een begin gemaakt en er is geen weg terug
 Vooruitgang belemmeren
 Een overtreding niet bestraffen
 Iemand op een leugen betrappen – Je bent niet wie je beweert te zijn – Je kunt niet wat je beweert te kunnen
 Foppen, bedriegen

1. *Door tegenwerking niet bereiken wat je wil*
2. *De progressie, de vooruitgang belemmeren*
3. *Iemand op een leugen betrappen – Je bent niet wie je beweert te zijn – Je kunt niet wat je beweert te kunnen*
4. *Er is een begin gemaakt en er is geen weg terug*
5. *Een overtreding niet bestraffen*
6. *Foppen, bedriegen*
7. *Een gevaarlijk initiatief nemen*

8.3 Spraaktechnologie

Een robot kan spreken via spraaksynthese. Voor spraakherkenning worden stukjes klanken (die vooraf zijn opgenomen van natuurlijke spraak) na elkaar afgespeeld.

We hebben de moeilijkheid wat opgedreven door de letters van de spraakgroepen door elkaar te husselen.

a. Help de robot bij het terugvinden van de woorden. Begin met het onderstreepte deeltje.

1. a- <u>rec</u> -tfie	...1..creatief.....
2. ot-sicht-am- <u>ua</u>	...2..automatisch.....
3. gnil-nels- <u>erv</u>	...3..versnelling.....
4. nsich-elk- <u>e</u> -rot	...4..elektronisch.....
5. eng- <u>ni</u> -il-let-eit	...5..intelligentie.....

b. Zoek synoniemen van de terug samen te stellen woorden.

Kies uit en vul in.

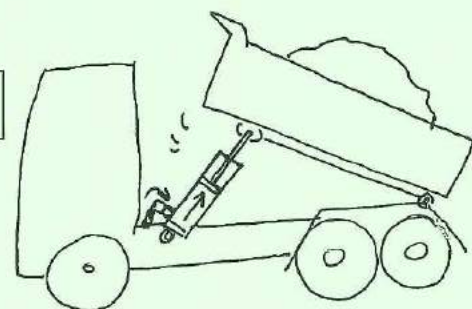
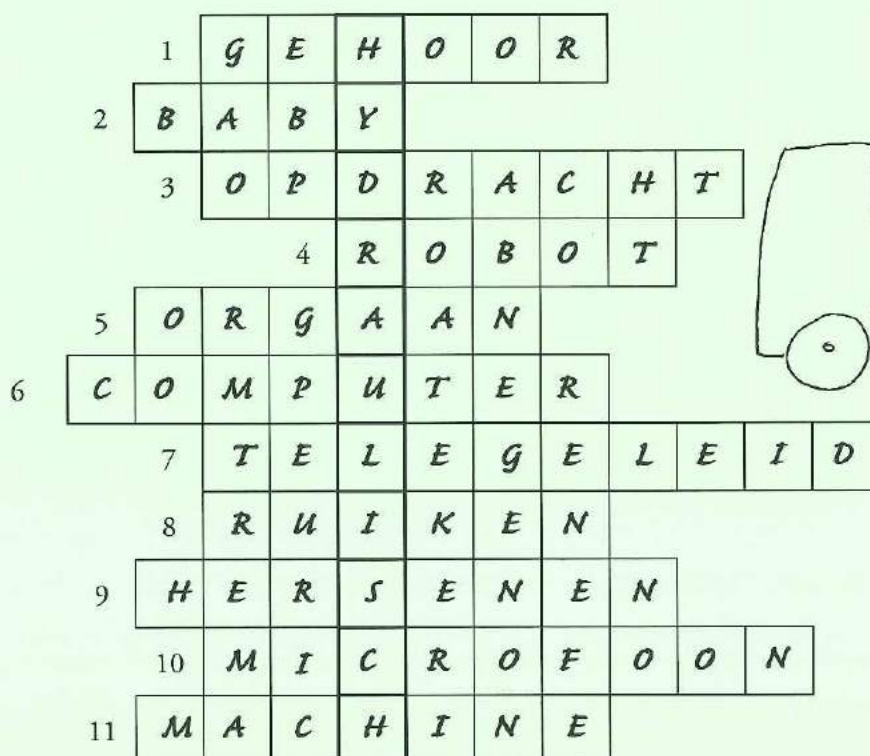
onbewust – acceleratie – brein – scheppend – machinaal – verzet – genie – fantasierijk
– vanzelf – artistiek – verstand – inventief – routinematig – vernuft – origineel

1. *scheppend, fantasierijk, artistiek, inventief, origineel*.....
2. *onbewust, machinaal, vanzelf, routinematig*.....
3. *acceleratie, verzet*.....
4. *'Elektronisch' heeft geen synoniem!*.....
5. *brein, genie, verstand, vernuft*.....

8.4 Robot-kruiswoordraadsel

- Los het kruiswoordraadsel op en vul het woord in op de schrijflijn.
- De meeste robots hebben elektrische motoren.
Soms wordt ook olie door druk gebruikt om de robot te laten bewegen.
Daarvoor gebruiken we een specifiek woord.
Zoek dat woord in de vette kadertjes van het kruiswoordraadsel en vul het onderaan in.

- zintuig waarmee we geluid kunnen waarnemen
- klein kind
- taak
- machine die kan waarnemen, bewegen en nadenken
- deel van het lichaam dat een specifieke functie heeft; bijvoorbeeld het oog, de neus, de lever, de nieren.
- elektronisch apparaat voor het opslaan en verwerken van gegevens
- van op afstand bestuurd
- waarneming via de neus
- de computer in het lichaam van de mensen
- het oor van de robot
- apparaat dat uit verschillende onderdelen bestaat om opdrachten uit te voeren



Het woord*hydraulisch*..... betekent 'door de kracht van een vloeistof in beweging gebracht'.

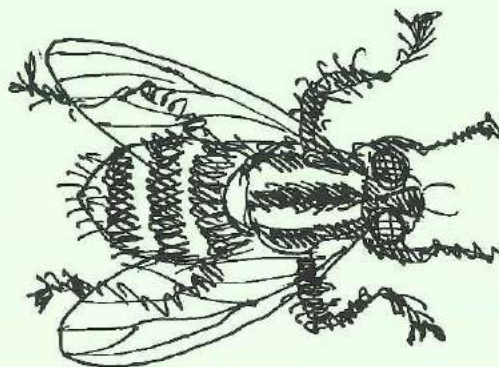
8.5 Robotspelling

a. Vul in en kies uit: c of k?

Een bevriende onderzoeker vertelde me vorige week een leuke anekdote over een industriële robot. De robot hielp bij de productie van auto's. Zijn functie was het schilderen van de carrosserie. Opeens was de robot kapot. Een technicus werd erbij geroepen. Wat een geluk dat hij het probleem snel ontdekte. Een insect was in één van de contacten gekropen waardoor het elektrische signaal verstoord werd. Door de reactie van de elektronicus werd het probleem opgelost. Gelukkig maar, anders zou het een catastrofe voor de fabriek geweest zijn. Een hele opluchting van de directeur. Zo werd de naam bug voor het eerst toegepast op de computer.

EXTRA WEETJE!

In een bepaald programma wordt het Engelse woord bug (ongedierte, insecten zoals bijvoorbeeld nachtvlinders, kevers) gebruikt voor een programmeerfout. Insecten zorgden immers bij de allereerste computers voor heel wat pannes.



b. Schrap het foute woord.

Ik vind jouw uitleg over de robot nogal ~~concreet~~/abstract. Kun je het opnieuw uitleggen alsjeblieft?

De ploegbaas is verantwoordelijk/~~verantwoord~~ voor het op tijd fabriceren van alle robots.

Om de robot tijdig/~~tijdelijk~~ klaar te hebben, werd de hele nacht doorgewerkt.

Als het fout loopt, moet hij ook ~~verantwoordelijkheid~~/verantwoording afleggen.

Bij de beste robots is de kwaliteit/~~kwantiteit~~ van de componenten heel belangrijk.

Een robot leren stappen gaat nog altijd erg ~~moeiteloos~~/moeizaam.

De robot is schijnbaar/~~blijkbaar~~ intelligent, maar in werkelijkheid is hij dat helemaal niet.

9. LOGIGRAM

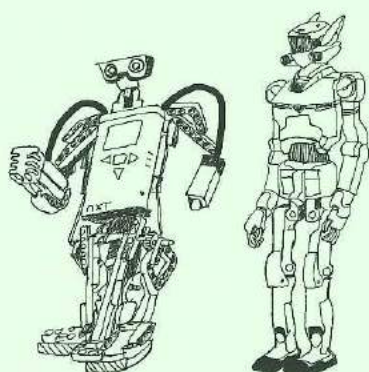
Een universiteit wil heel wat robots aankopen voor onderzoek. De directeur van de universiteit krijgt het verlanglijstje van de 'Swarm Robot Group', het 'Al Lab', het 'Humanoid Lab' en het 'RoboCup Soccer Team' in de vorm van een logigram.

a. Wat wordt de uiteindelijke bestelling als de directeur het hele pakket goedkeurt?

- Het 'Humanoid Lab' wil natuurlijk de humanoïde robot HRP-2 kopen. 5 robots van een andere soort kosten samen € 10 000,00. De Swarm Robot Group wil geen NAO robots.

- Het 'Al Lab' wil € 2 000,00 betalen voor hun robots. Het heeft er geen 3 besteld. De LEGO Mindstorms NXT robots kosten geen € 10 000,00.

- Het aantal HRP-2's is niet 5 of 6. Een groep verlangt naar 3 NAO robots. Het RoboCup Soccer Team legt geen € 400 000,00 op tafel.



bedrag	Swarm Robot Group
	Al Lab
	Humanoid Lab
	RoboCup Soccer Team

robots			
HRP-2	S-bots	NAO	LEGO Mindstorms NXT
-	+	-	-
-	-	-	+
+	-	-	-
-	-	+	-

aantal			
1	3	5	6
-	-	+	-
-	-	-	+
+	-	-	-
-	+	-	-

bedrag			
€ 2 000,00	€ 10 000,00	€ 15 000,00	€ 400 000,00
-	+	-	-
+	-	-	-
-	-	-	+
-	-	+	-

sponsors	€ 2 000,00
	€ 10 000,00
	€ 15 000,00
	€ 400 000,00

-	-	-	+
-	+	-	-
-	-	+	-
+	-	-	-

-	-	-	+
-	-	+	-
-	+	-	-
+	-	-	-

aantal	1
	3
	5
	6

+	-	-	-
-	-	+	-
-	+	-	-
-	-	-	+

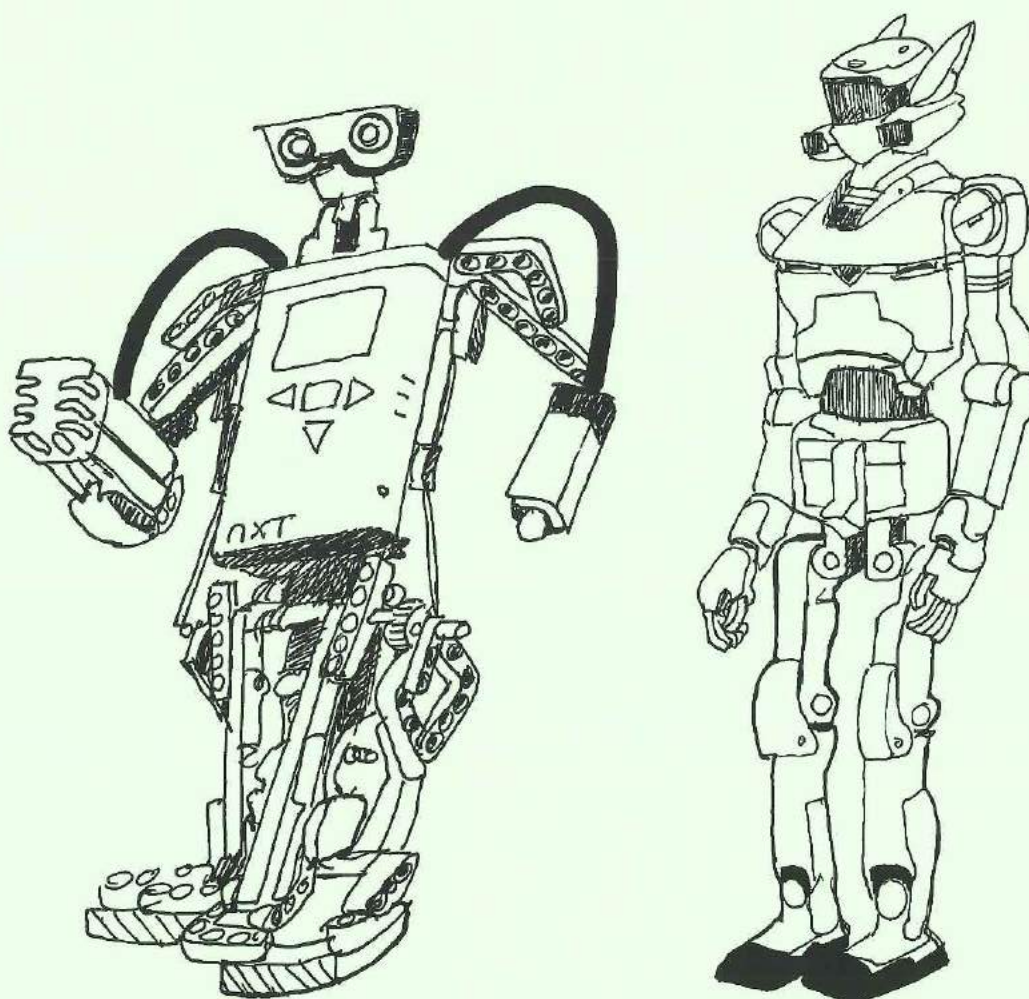
b. Omcirkel het passende antwoord.

- De 'Swarm Robot Group' krijgt 1 / 3 / 5 / 6 robots HRP-2 / S-bots / NAO / LEGO Mindstorms NXT voor een totaal van € 2 000,00 / € 10 000,00 / € 15 000,00 / € 400 000,00.

- Het 'AI Lab' krijgt 1 / 3 / 5 / 6 robots HRP-2 / S-bots / NAO / LEGO Mindstorms NXT voor een totaal van € 2 000,00 / € 10 000,00 / € 15 000,00 / € 400 000,00.

- Het 'Humanoid Lab' krijgt 1 / 3 / 5 / 6 robots HRP-2 / S-bots / NAO / LEGO Mindstorms NXT voor een totaal van € 2 000,00 / € 10 000,00 / € 15 000,00 / € 400 000,00.

- Het 'RoboCup Soccer Team' krijgt 1 / 3 / 5 / 6 robots HRP-2 / S-bots / NAO / LEGO Mindstorms NXT voor een totaal van € 2 000,00 / € 10 000,00 / € 15 000,00 / € 400 000,00.



10. ROBOTS SPREKEN EEN MONDJE FRANS

10.1 De computer, het brein van de robot

a. De operator en de robot maken allebei gebruik van de computer.

Benoem de tekeningen op pagina 46-47 waar nodig.

b. Vul het correcte woord in.

Raadpleeg de woordenlijst. De woorden die je moet invullen staan vet gedrukt.

Nederlands	Frans	Nederlands	Frans
een aanraakscherm	un écran tactile	een microfoon	un microphone
een arm	un bras	een modem	un modem
een been	une jambe	een beeldscherm *	un moniteur
een camera	une caméra	een motor	un moteur
een computer	un ordinateur	een computermuis	une souris
een desktop	un ordinateur de bureau	een nek	un cou
een elektrische bedrading	un câblage électrique	een printer	une imprimante
een elleboog	un coude	een scanner	un scanner
een hand	une main	een schouder	une épaule
een hoofd	une tête	een sensor **	un détecteur
een ingenieur	un ingénieur	een slurf	une trompe
een keel, hals	un cou	een stof, weefsel	un tissu
een knie	un genou	een toetsenbord	un clavier
een bedieningshendel	un levier de commande	een voet	un pied
een schootcomputer	un ordinateur portable	een webcam	une webcam

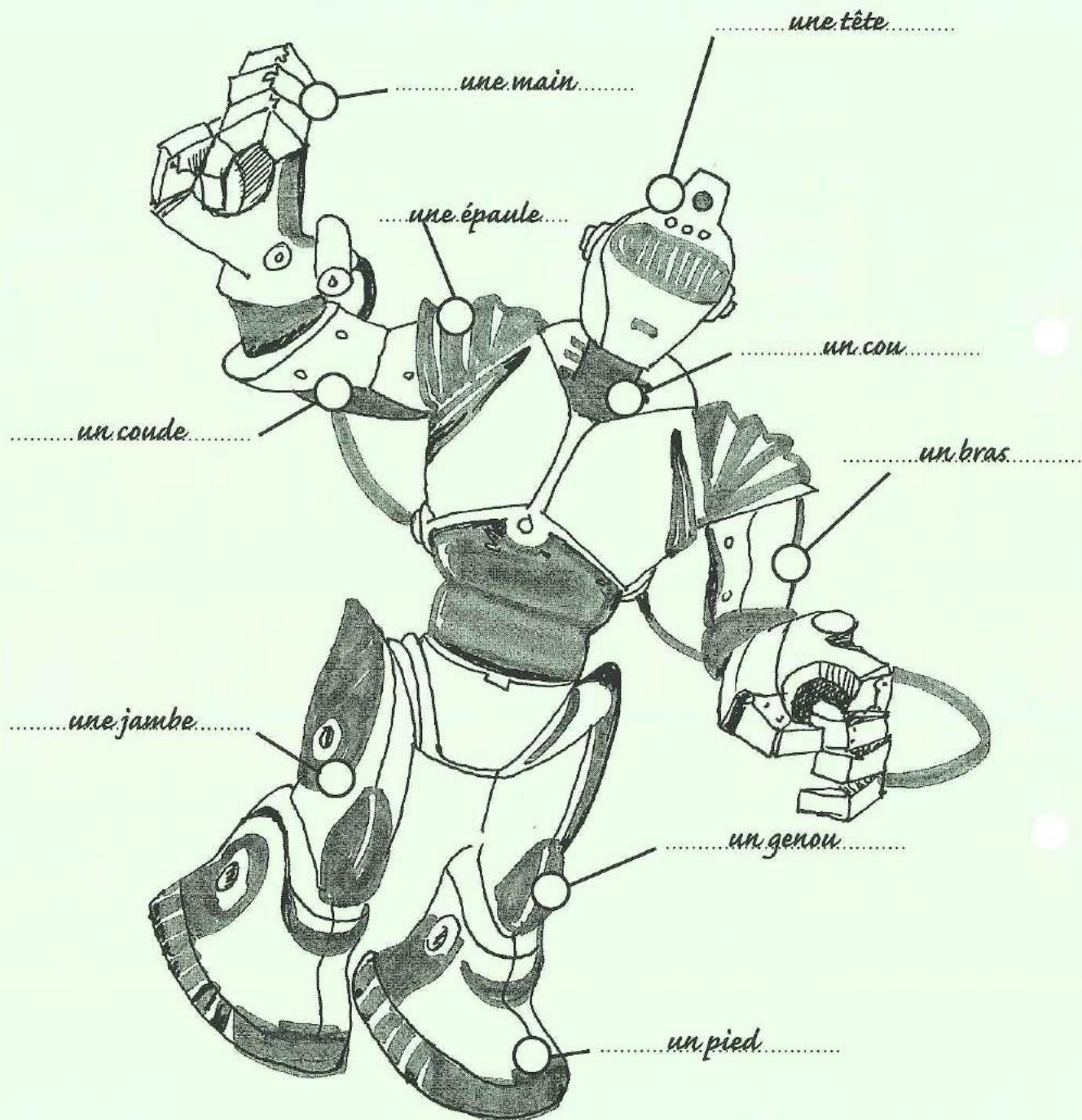
* een beeldscherm of monitor: *un écran (télévisie), un moniteur of un visuel (computer)*

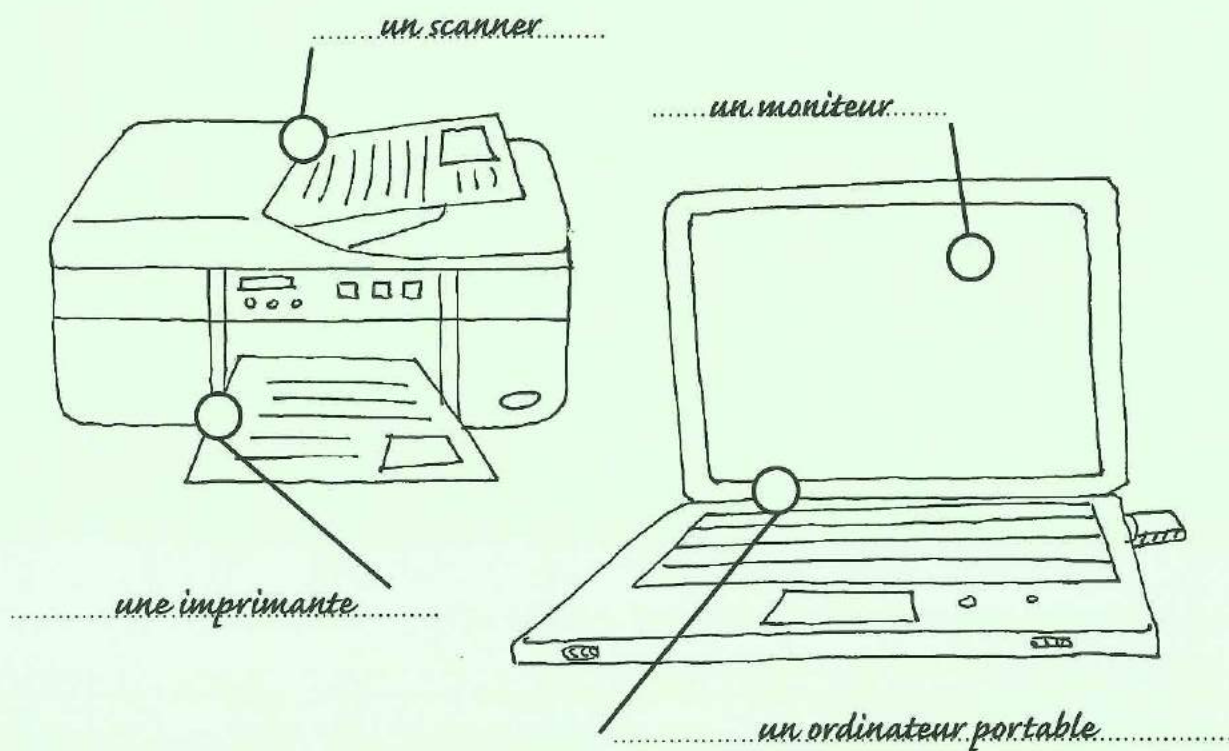
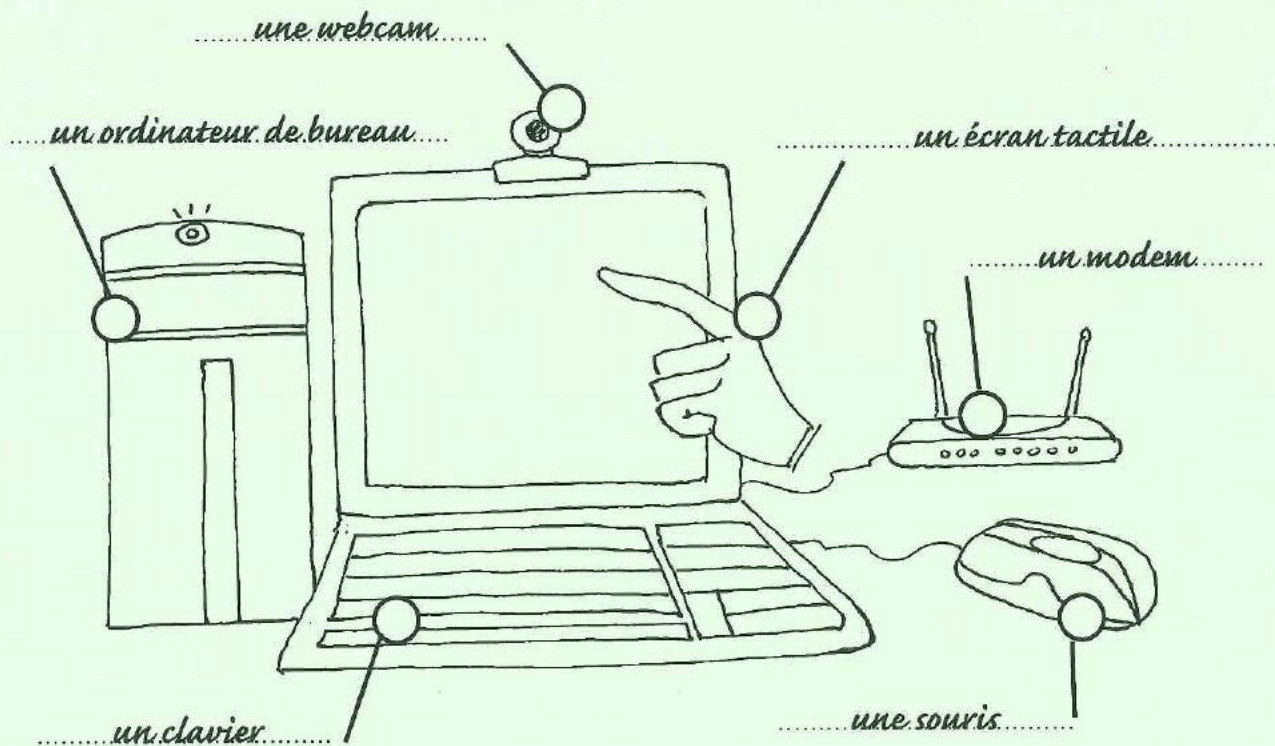
** een sensor: *un capteur sensoriel, un détecteur*



c. Vertaal alle woorden in het Spaans, het Italiaans en het Duits.

Gebruik een zoekmachine vertaling op internet of een woordenboek.



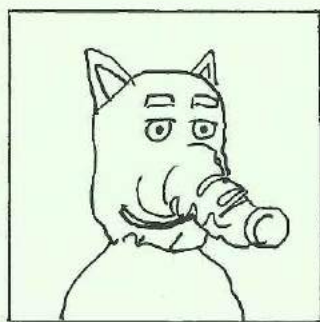


10.2 Gevoelige Robots

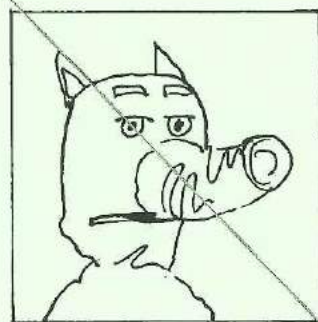
Om verschillende gelaatsuitdrukkingen te laten zien, heeft een robot heel wat motoren nodig. Bij de robot PROBO herkennen we 6 basisemoties: angst, verdriet, verrassing, boosheid, blijdschap en afkeer.

- a. Schrijf onder elke foto welke gevoelens de robot telkens uitdrukt?
Raadpleeg de onderstaande woordenlijst.

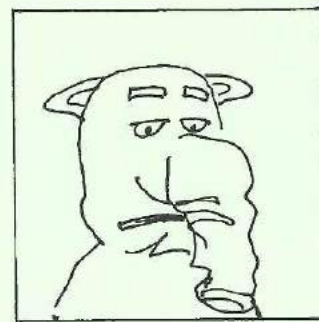
Nederlands	Frans	Nederlands	Frans
de blijdschap	la joie	het verdriet	la tristesse
de boosheid	la colère	de verrassing	la surprise
de angst	la peur	de afkeer	l'aversion



.....la joie.....



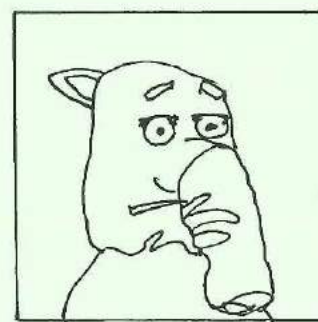
.....la surprise.....



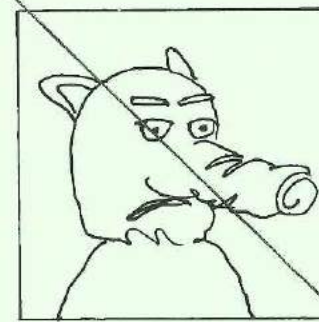
.....la tristesse.....



.....la colère.....



.....la peur.....



.....l'aversion.....



- b. Vertaal alle woorden in het Spaans, het Italiaans en het Duits.
Gebruik een zoekmachine vertaling op internet of een woordenboek.

10.3 Robots kruipen in de huid van dieren

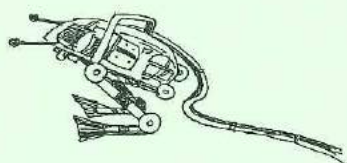
Robots nemen dikwijls de gedaante aan van een dier.

Welke dieren stellen de volgende robots voor?

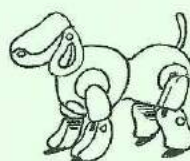
Vul telkens het correcte woord in onder de passende afbeelding.

Raadpleeg de onderstaande woordenlijst.

Nederlands	Frans	Nederlands	Frans
een dinosaurus	un dinosaure	een landschildpad	une tortue
een hond	un chien	een slang	un serpent
een kikker	une grenouille	een vis	un poisson
een konijn	un lapin	een vlieg	une mouche



.....une grenouille.....



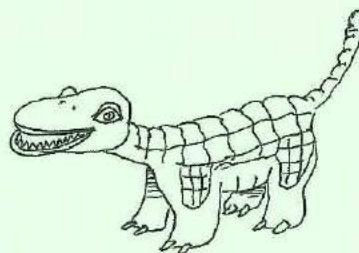
.....un chien.....



.....un lapin.....



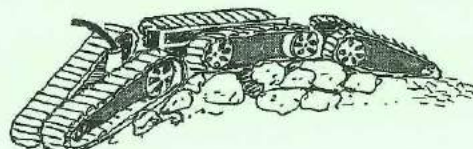
.....une mouche.....



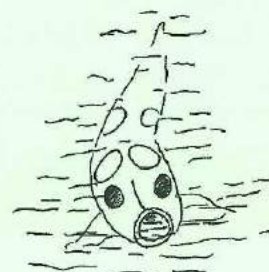
.....un dinosaure.....



.....une tortue.....



.....un serpent.....



.....un poisson.....



Vertaal alle woorden in het Spaans, het Italiaans en het Duits.
Gebruik een zoekmachine vertaling op internet of een woordenboek.

10.4 Robotdialoog

Hieronder volgt een dialoog tussen een robot en een bezoeker bij het onthaal tijdens de wereldtentoonstelling in Japan.

a. Kies uit en vul in:

Oui, j'ai une question. – Bonjour madame. – Merci beaucoup –
Où je peux trouver l'exposition de Belgique?
Est-ce que je peux t'aider? – Je t'écoute – Je vous en prie et au revoir – Bonjour robot.

Le robot: *Bonjour madame.*

Le visiteur: *Bonjour robot.*

Le robot: *Est-ce que je peux t'aider?*

Le visiteur: *Oui, j'ai une question.*

Le robot: *Je t'écoute.*

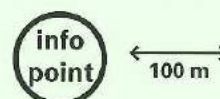
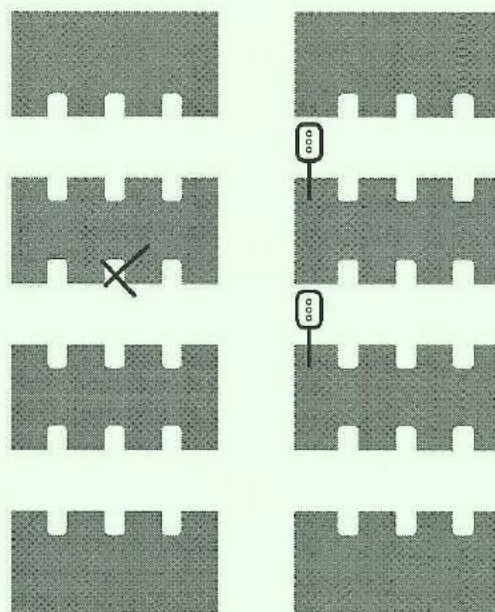
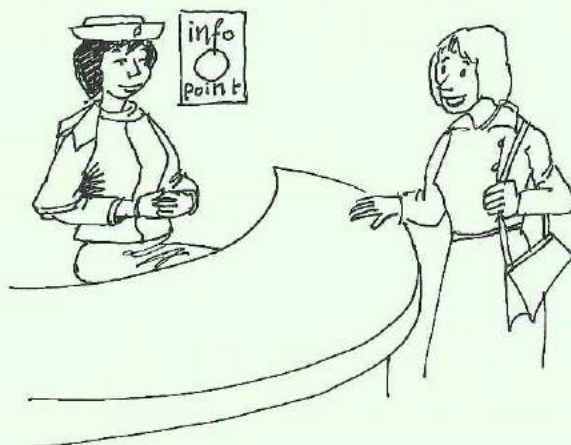
Le visiteur: *Où je peux trouver l'exposition de Belgique?*

Le robot: Ce n'est pas difficile pour le trouver. Marche jusqu'aux premiers feux de circulation, tourne à gauche. Après 100 mètres vous trouvez le pavillon belge sur ta côté droite.

Le visiteur: *Merci beaucoup.*

Le robot: *Je vous en prie et au revoir.*

b. Waar is het Belgisch paviljoen volgens de uitleg van de robot? Zet een kruisje in het passende witte hokje.

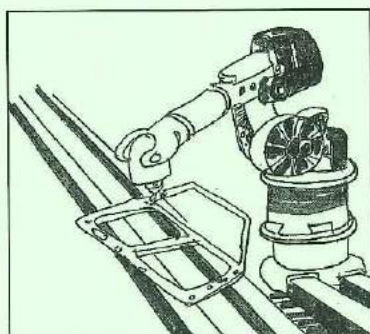


10.5 Robots in actie

Welke beschrijvingen horen bij welke tekening?

Vul de correcte zin in. Kies uit.

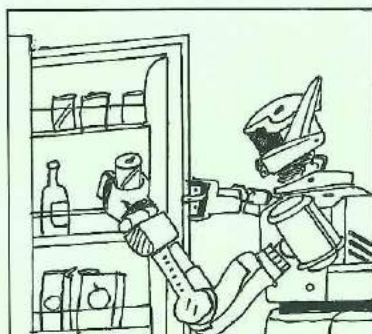
1. Le robot va chercher une canette dans le réfrigérateur.
2. Le robot cherche des traces de l'eau sur la planète Mars.
3. Des étudiants participent dans un concours robotique.
4. Un enfant joue avec son nouveau robot.
5. Un robot industriel aide dans la construction d'une voiture.



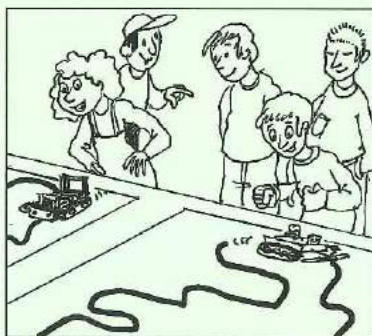
Un robot industriel aide dans la construction d'une voiture......



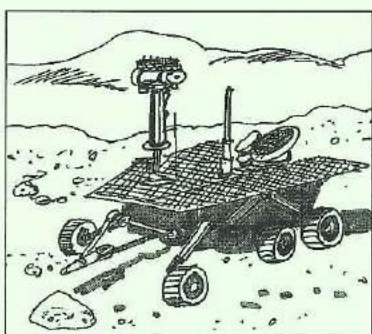
Un enfant joue avec son nouveau robot......



Le robot va chercher une canette dans le réfrigérateur......



Des étudiants participent dans un concours robotique.

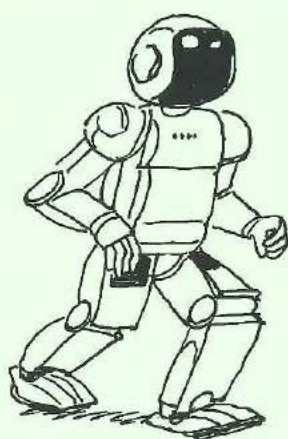


Le robot cherche des traces de l'eau sur la planète Mars.

10.6 De robot Asimo stelt zich voor

Kies uit en vul in:

courir – Je – cinquante-deux – six – un – à l'heure – aide – suis – vingt



Nom	But
ASIMO	le ménage
Longueur	Vitesse
1,20 m	6 km/h
Poids	
52 kg	

Je *suis* ASIMO.

Je pèse *cinquante-deux* kilos.

..... *Je* mesure .. *un* mètre .. *vingt* centimètres.

Je peux *courir* avec une vitesse de *six* kilomètres .. *à l'heure* ..

J'..... *aide* au ménage.

10.7 De knuffelrobot Probo

a. Vul de tekst aan.

Kies uit en vul in.

joue – communiquer – ingénieurs – accident – chambre – doux – enfants
hospitalisés – amis – créer – né – éléphant – robot

A la suite d'un grave*accident*..... de voiture en 1999, Ivan devait rester longtemps dans sa*chambre*..... d'hôpital. A ce moment il rêvait de*créer*..... un*robot*..... pour aider les enfants*hospitalisés*..... Un robot qui*joue*..... avec les*enfants*..... et avec lequel on peut*communiquer*..... avec les parents et les*amis*..... *. Le robot avec le nom 'Probo' était*né*..... . Mais à quoi ressemble Probo? C'est une sorte de grande poupée, recouverte de tissu*doux*..... et vert, dont la tête munie d'une trompe fait penser à un gentil*éléphant*..... . Maintenant Probo est construit par des*ingénieurs*..... de l'université.

** In het hoofd van Probo zit een webcam. In zijn buik heeft hij een aanraakscherm ('un écran tactile'). Hiermee kan een soort videoconferentie worden opgezet met een andere computer, waaraan bijvoorbeeld ouders of vrienden zitten.*

b. Beantwoord de vragen.

- Omcirkel het passende antwoord.
- Verklaar je antwoord met een fragment uit de tekst.

1. Waarop lijkt de robot Probo?

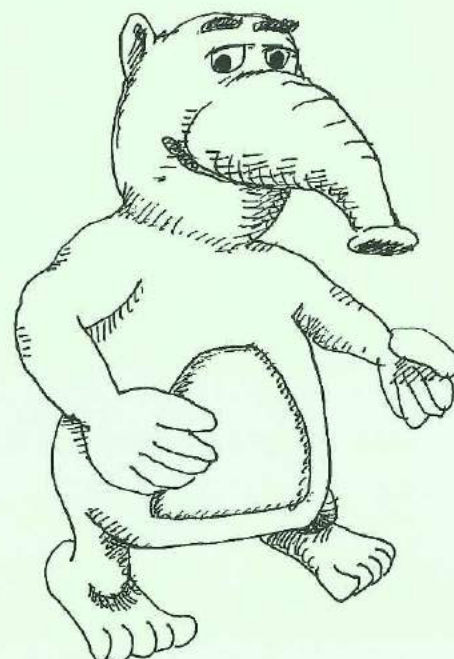
muis - olifant - beer

... *dont la tête munie d'une trompe fait penser.....*
à un gentil éléphant.....

2. Wat is de kleur van de robot?

geel – blauw - groen

C'est une sorte de grande poupée, ..recouverte.....
de tissu doux et vert.....



3. Wie had het idee om Probo te bouwen?

Ivan – een ingenieur – een kind

À ce moment il (= Ivan) rêvait de créer un robot...

4. Welk soort ongeluk had Ivan?

gevallen thuis – ~~auto-ongeluk~~ – ski-ongeluk

À la suite d'un grave accident de voiture en 1999, Ivan devait rester

longtemps dans sa chambre d'hôpital.

5. Wat kan de robot niet?

spelen met kinderen – communiceren met vrienden – huiswerk maken

Un robot qui joue avec les enfants et avec lequel on peut communiquer

avec les parents et les amis.

11. ROBOTS SPREKEN EEN MONDJE ENGELS

11.1 De computer, het brein van de robot

a. De operator en de robot maken allebei gebruik van de computer.

Benoem de tekeningen op pagina 56-57 waar nodig.

b. Vul het juiste woord in op de schrijflijn.

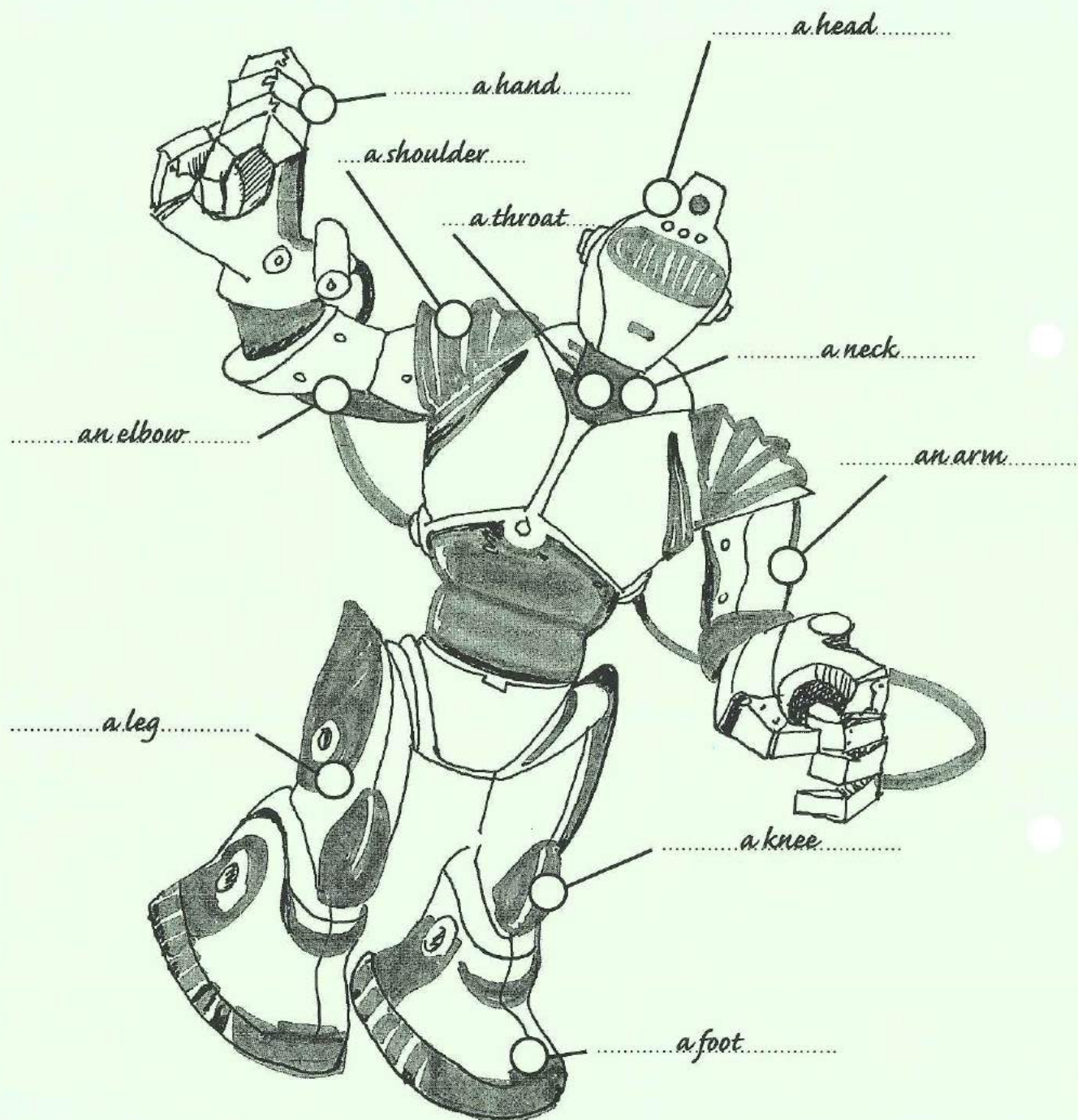
Raadpleeg de onderstaande woordenlijst. De woorden die je moet invullen staan in vet gedrukt.

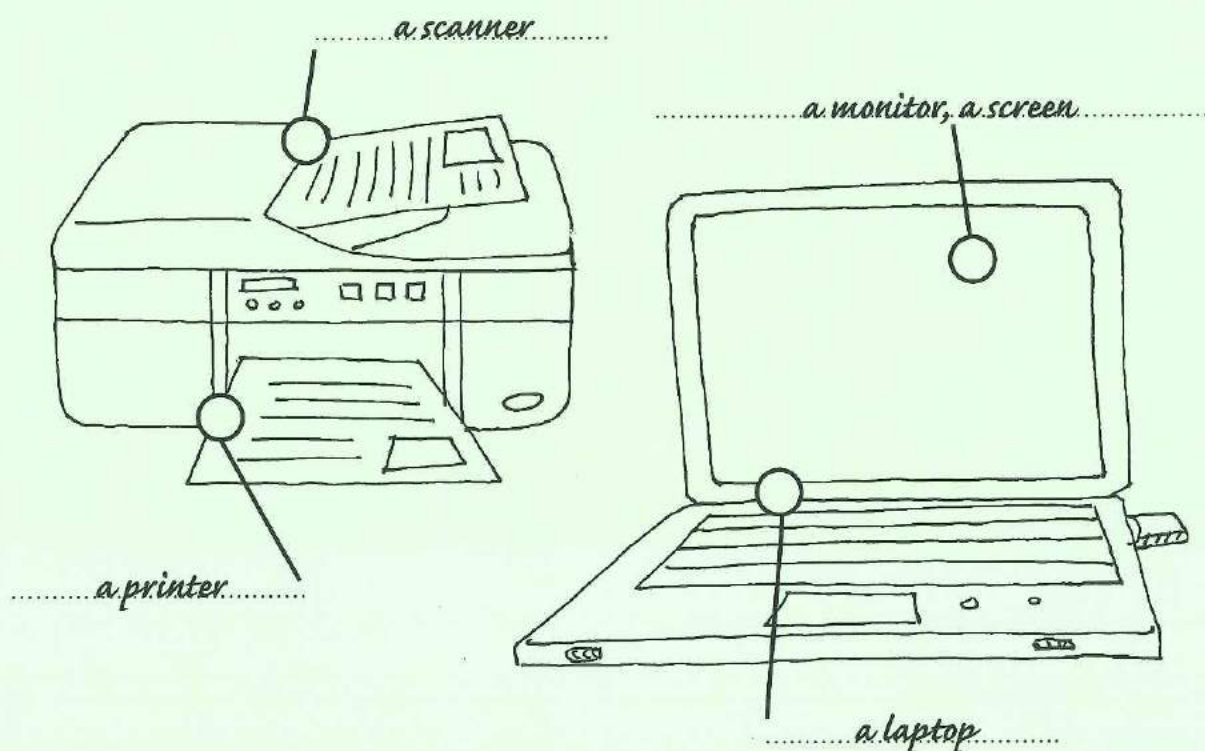
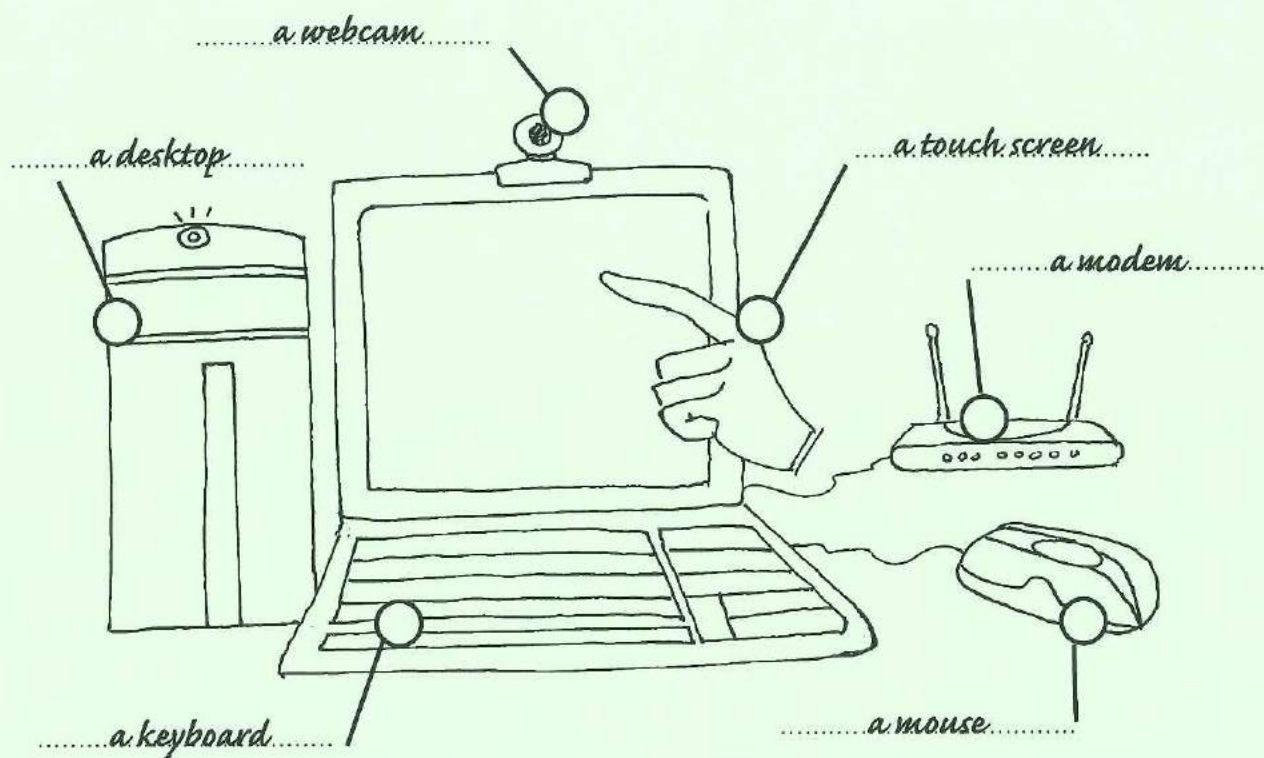
Nederlands	Engels	Nederlands	Engels
een aanraakscherm	a touch screen	een microfoon	a microphone
een arm	an arm	een modem	a modem
een been	a leg	een beeldscherm	a monitor, screen
een camera	a camera	een motor	a motor
een computer	a computer	een computermuis	a mouse
een desktop	a desktop	een nek	a neck
een elektrische bedrading	an electrical wiring	een printer	a printer
een elleboog	an elbow	een scanner	a scanner
een hand	a hand	een schouder	a shoulder
een hoofd	a head	een sensor	a sensor
een ingenieur	an engineer	een slurf	a trunk
een keel, hals	a throat	een stof, weefsel	a fabric
een knie	a knee	een toetsenbord	a keyboard
een bedieningshendel	a lever	een voet	a foot
een schootcomputer	a laptop	een webcam	a webcam



c. Vertaal alle woorden in het Spaans, het Italiaans en het Duits.

Gebruik een zoekmachine vertaling op internet of een woordenboek.



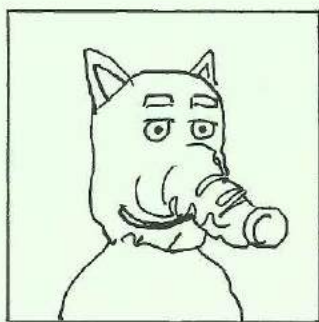


11.2 Gevoelige Robots

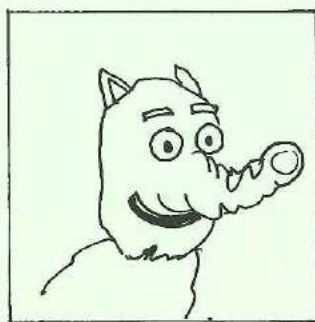
Om verschillende gelaatsuitdrukkingen te laten zien, heeft een robot heel wat motoren nodig. Bij de robot PROBO herkennen we 6 basisemoties: angst, verdriet, verrassing, boosheid, blijdschap en afkeer.

- a. Schrijf onder elke foto welke gevoelens de robot telkens uitdrukt?
Raadpleeg de onderstaande woordenlijst.

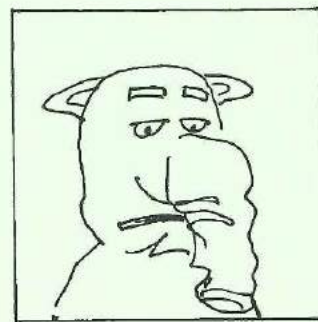
Nederlands	Engels	Nederlands	Engels
de blijdschap	the happiness	de verdriet	the sadness
de boosheid	the anger	de verrassing	the surprise
de angst	the fear	de afkeer	the disgust



.....the happiness.....



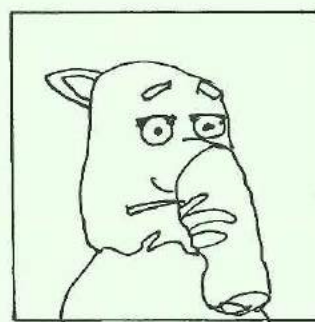
.....the surprise.....



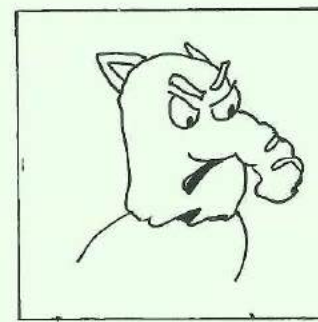
.....the sadness.....



.....the anger.....



.....the fear.....



.....the disgust.....



- b. Vertaal alle woorden in het Spaans, het Italiaans en het Duits.
Gebruik een zoekmachine vertaling op internet of een woordenboek.

11.3 Robots kruipen in de huid van dieren

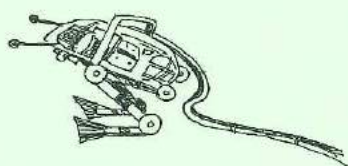
a. Robots nemen dikwijls de gedaante aan van een dier.

Welke dieren stellen de volgende robots voor?

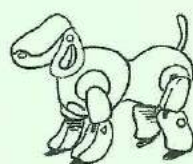
b. Vul het juiste woord in onder de tekening.

Raadpleeg de woordenlijst.

Nederlands	Engels	Nederlands	Engels
een dinosaurus	a dinosaur	een landschildpad	a tortoise
een hond	a dog	een slang	a snake
een kikker	a frog	een vis	a fish
een konijn	a rabbit	een vlieg	a fly



..... a frog



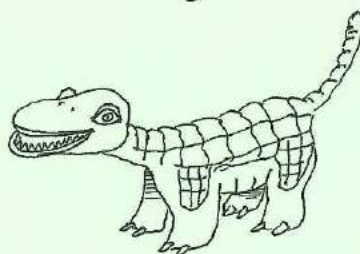
..... a dog



..... a rabbit



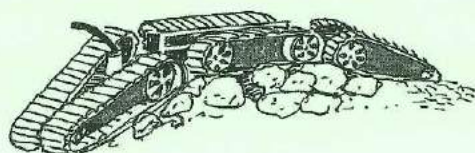
..... a fly



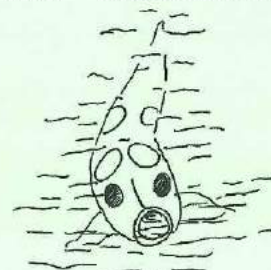
..... a dinosaur



..... a tortoise



..... a snake



..... a fish



c. Vertaal alle woorden in het Spaans, het Italiaans en het Duits.

Gebruik een zoekmachine vertaling op internet of een woordenboek.

11.4 Robotdialoog

Hieronder volgt een dialoog tussen een robot en een bezoeker bij het onthaal tijdens de wereldtentoonstelling in Japan.

a. Kies uit en vul in:

Yes, I have a question. – Hello miss. – Thank you very much. –
Where can I find the exhibition of Belgium?
Can I help you? – I'm listening. – You are welcome. Take care. – Hello robot.

Robot:*Hello miss.*.....

Visitor:*Hello robot.*.....

Robot:*Can I help you?*.....

Visitor:*Yes, I have a question.*.....

Robot:*I'm listening.*.....

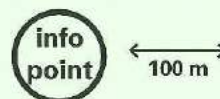
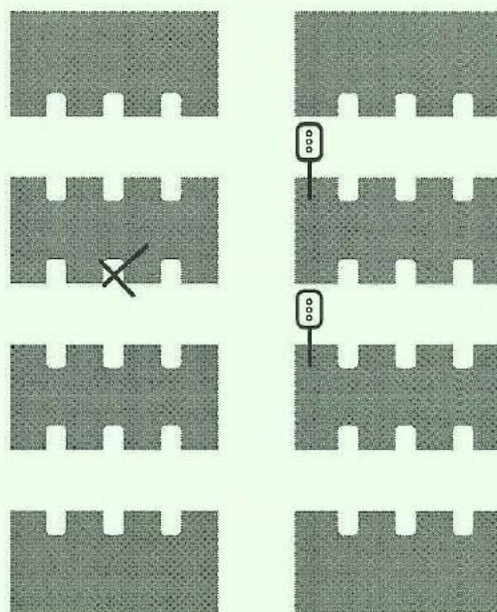
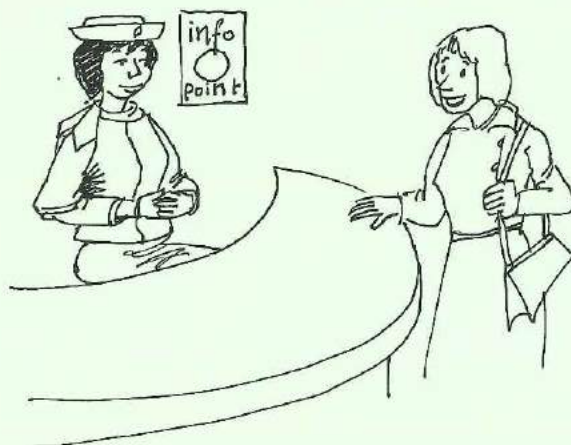
Visitor:*Where can I find the exhibition of Belgium?*.....

Robot: It is not so hard to find. Keep walking straight and turn left at the first traffic lights. You will find het pavilion of Belgium at your right side about 100 metres further down the road.

Visitor:*Thank you very much.*.....

Robot:*You are welcome. Take care.*.....

b. Waar is het Belgisch paviljoen volgens de uitleg van de robot? Zet een kruisje in het passende witte hokje.

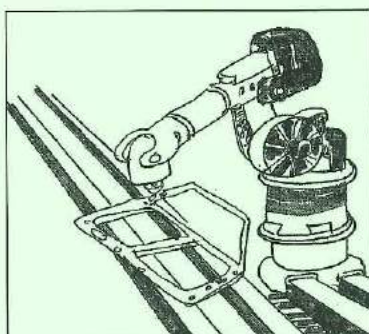


11.5 Robots in actie

Welke beschrijving hoort bij welke tekening?

Vul de correcte zin in. Kies uit:

1. The robot searches the refrigerator for a can.
2. The robot searches for traces of water on Mars.
3. The students participate in a robot competition.
4. A child plays with his new robot.
5. An industrial robot helps with the construction of a car.



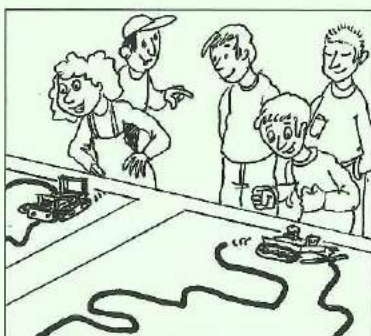
An industrial robot helps with the construction of a car......



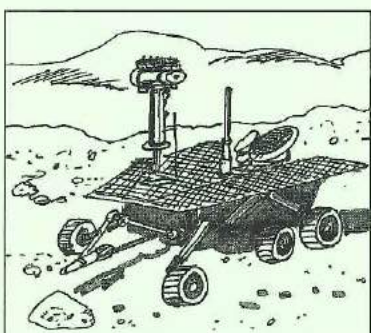
A child plays with his new robot......



The robot searches the refrigerator for a can......



The students participate in a robot competition.

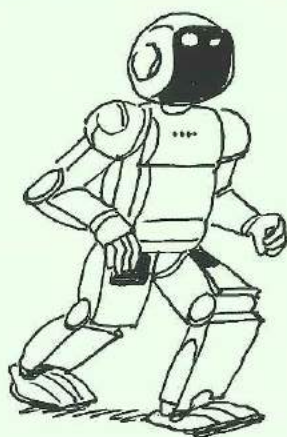


The robot searches for traces of water on Mars.

11.6 De robot Asimo stelt zich voor

Kies uit en vul in:

walk – I – fifty-two – six – one – hour – help – am – twenty



Name	Job
ASIMO	household
Height	Speed
1,20 m	6 km/h
Weight	
52 kg	

I am ASIMO.

I weigh fifty-two kilograms.

I am one metre twenty tall.

I can walk at a speed of six kilometres per hour.

I help in the household.

11.7 De knuffelrobot Probo

a. Vul de tekst aan.

plays – communicate – engineers – accident – room – soft – children
hospitalised – friends – creating – born – elephant – robot

After a serious car*accident*..... in 1999, Ivan has to stay in his hospital*room*.....
for a long time. At the moment he is dreaming of*creating*..... a*robot*..... that helps
the*hospitalised*..... children. A robot that*plays*..... with the
.....*children*..... and through which one can*communicate*..... with parents and
.....*friends*..... *. The robot Probo was*born*..... . But what does Probo look like? It's a
kind of big doll, covered in*soft*..... green fabric, with on its head a trunk reminding of a
kind*elephant*..... . Right now Probo is built by university*engineers*..... .

** In het hoofd van Probo zit een webcam. In zijn buik heeft hij een aanraakscherm ('un écran tactile'). Hiermee kan een soort videoconferentie worden opgezet met een andere computer, waaraan bijvoorbeeld ouders of vrienden zitten.*

b. Beantwoord de vragen.

- Omcirkel het passende antwoord.
- Verklaar je antwoord met een fragment uit de tekst.

1. Waarop lijkt de robot Probo?

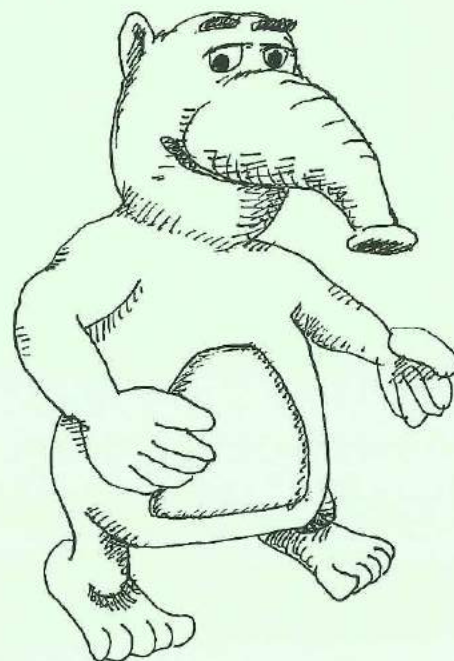
muis - olifant - beer

... *with on its head a trunk reminding of*.....
a kind elephant.....

2. Wat is de kleur van de robot?

geel – blauw - groen

It's a kind of big doll, covered in soft green.....
fabric.....



3. Wie had het idee om Probo te bouwen?

Ivan – een ingenieur – een kind

He. (= Ivan). is dreaming of creating a robot.....

4. Welk soort ongeluk had Ivan?

gevallen thuis – auto-ongeval – ski-ongeluk

*After a serious car accident in 1999, Ivan has to stay in his hospital room.....
for a long time.....*

5. Wat kan de robot niet?

spelen met kinderen – communiceren met vrienden – huiswerk maken

*A robot that plays with the children and through which one can.....
communicate with parents and friends.....*

12. GRAFIEKEN ROBOTS

12.1 Een Robotrace

Onderzoekers maken robotvoertuigen die zelfstandig kunnen rijden.

Via gps en heel wat sensoren op en rond de wagen kan een voertuig zonder bestuurder zijn weg vinden.

Het robotvoertuig 'The Boss' (auto A) vertrekt om 10 uur en rijdt met een constante snelheid van 50 km/h *.

Het robotvoertuig 'Talos' (auto B) vertrekt een halfuur later en rijdt met een constante snelheid van 100 km/h.

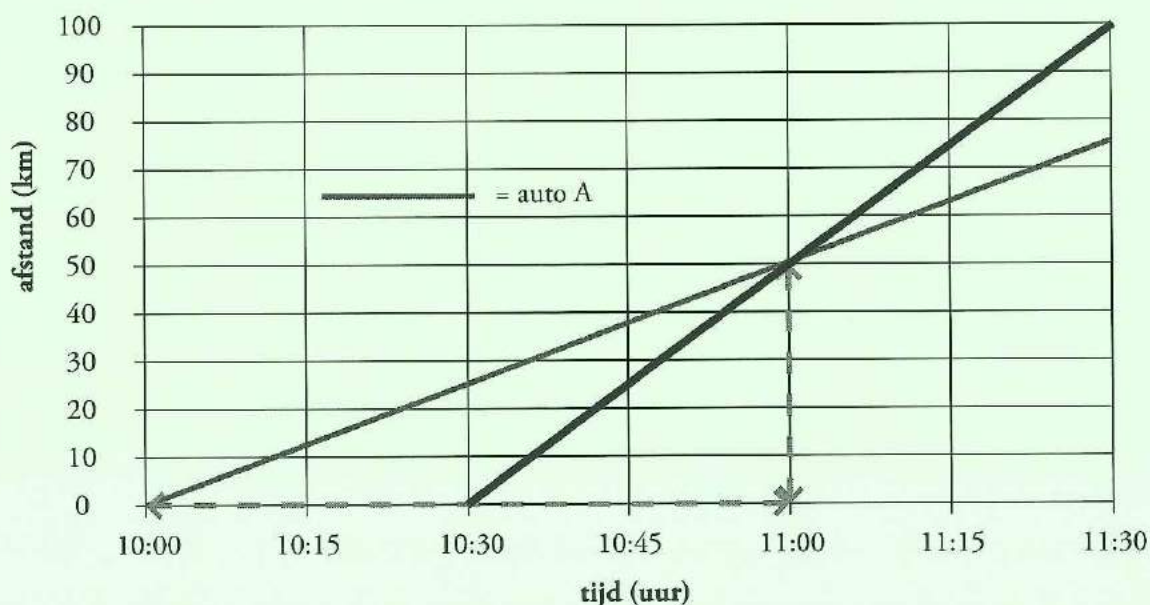
* een eenparige rechtlijnige beweging waarbij het voertuig beweegt met een constante snelheid

a. Vervolledig de grafiek met de afstand en de snelheid van 'Talos' (B).

b. Kruis het juiste antwoord aan.

☒ Voertuig B haalt voertuig A in waar de rechten elkaar snijden.

☐ Voertuig A haalt voertuig B in waar de rechten elkaar snijden.



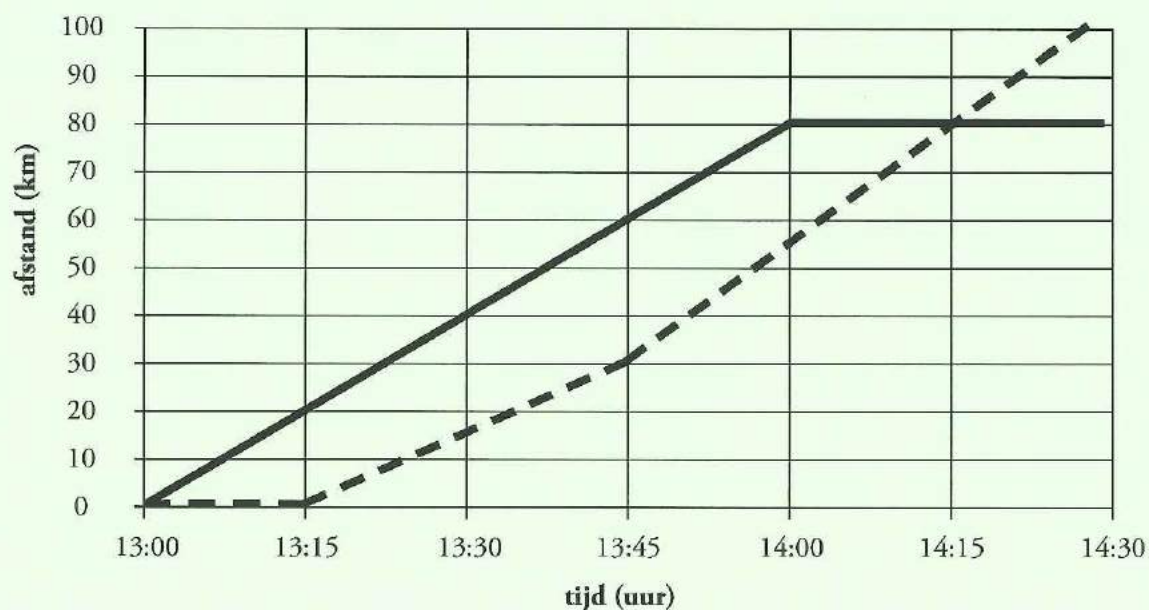
c. Om welk uur en na welke afstand zal auto B ('Talos') auto A ('The Boss') inhalen?

Om11..... :00..... uur en na50..... km.

The Boss' (auto A) vertrekt om 13.00 uur met een constante snelheid van 80 km/h en stopt na een uur.

'Talos' (auto B) vertrekt 15 minuten later en rijdt dan een halfuur met een constante snelheid van 60 km/h. Vervolgens versnelt 'Talos' (auto B) en rijdt hij verder met een constante snelheid van 100 km/h.

d. Vervolledig de grafiek met de afstand en de snelheid van 'The Boss' (A) en 'Talos' (B).



e. Om welk uur en na welke afstand zal auto B ('Talos') auto A ('The Boss') inhalen?

Om14..... :15..... uur en na80..... km.

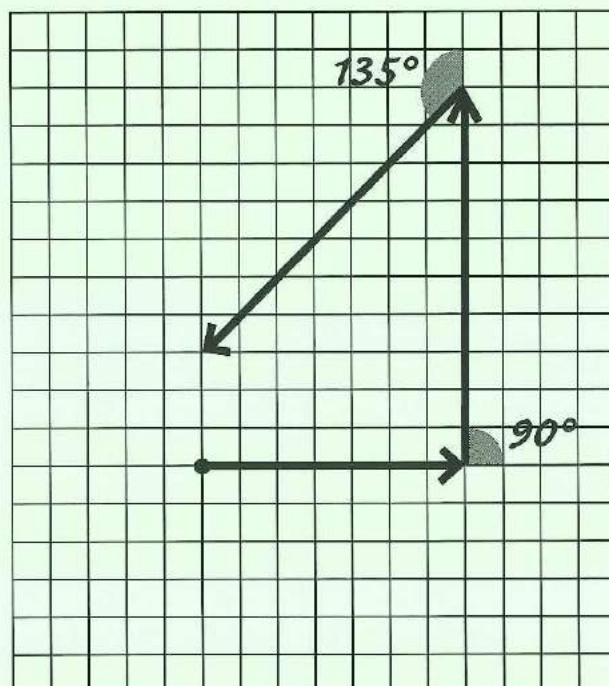
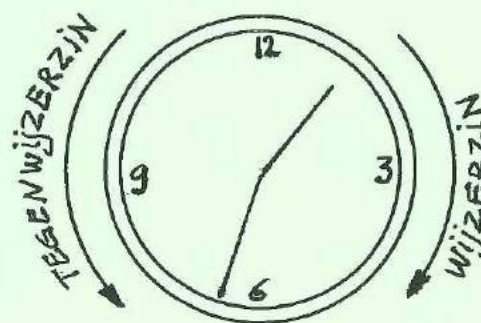
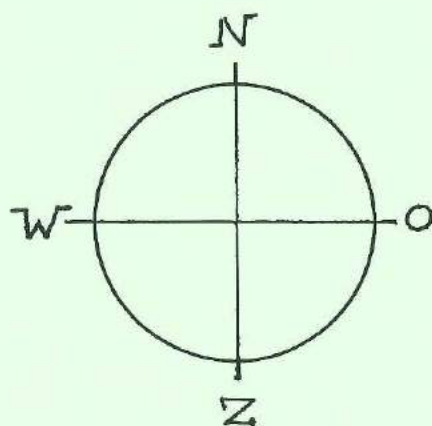
De robot S-Bot wordt op de zwarte stip geplaatst. Zie volgende grafiek.
 S-Bot rijdt eerst 7 vakjes naar het oosten.
 Dan maakt hij een bocht van 90° in tegenwijzerzin om 10 vakjes naar het noorden te rijden.
 De stip is ook het draaipunt van de robot.
 Vervolgens draait de robot 135° in tegenwijzerzin en rijdt 7 vakjes rechtdoor.

f. Teken het parcours met de hoeken en de lijnstukken van de verschillende afstanden.

Hoeveel vakjes moet S-Bot nog rijden om de zwarte stip te bereiken?

.....**3**..... vakjes

In welke richting?**zuiden**.....



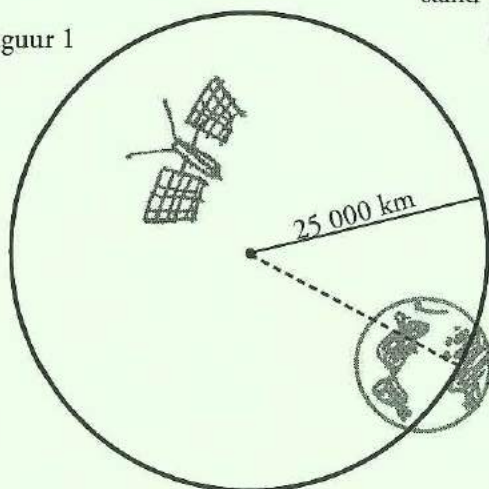
12.2 Global Positioning System (gps)

Heel wat robots bezitten een gps om hun positie te bepalen. Rond de aarde draaien **gps-satellieten die via radiogolven hun positie doorgeven**. De robot kan berekenen hoelang de radiogolven onderweg zijn en daaruit zijn positie bepalen.

Er zijn minstens **drie verschillende satellieten** nodig om de positie van de robot te bepalen via gps. Gps-satellieten draaien in een baan om de aarde en bevinden zich héél hoog in de lucht. Of vind je 25 000 kilometer boven de aarde misschien niet hoog?

Door de eerste satelliet weet de gps hoever het van de eerste satelliet verwijderd is. Stel je voor dat de afstand tussen de eerste satelliet en de gps 25 000 kilometer is.

figuur 1

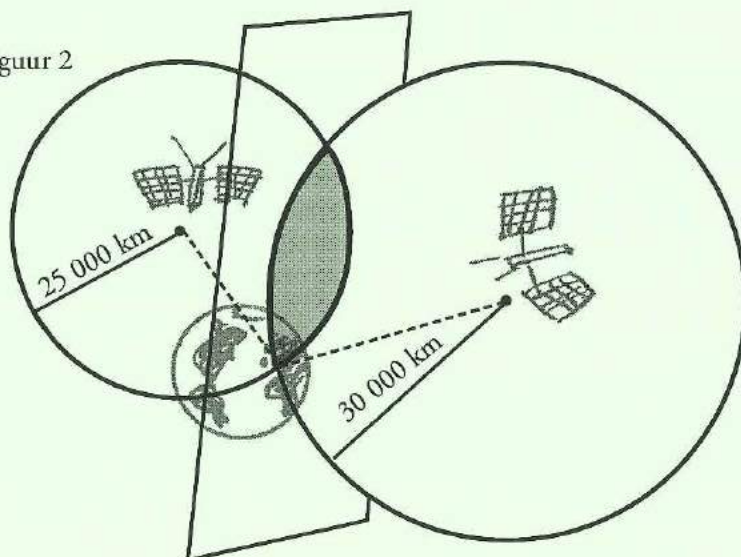


Dan zijn er nog vele mogelijkheden. De verzameling van alle punten die op 25 000 kilometer van de eerste satelliet verwijderd zijn, is een bol. Natuurlijk kun je die bol niet zien. Je moet hem gewoon in gedachten voorstellen (figuur 1). Die bol snijdt de aarde denkbeeldig.

Door de tweede satelliet kan de gps bepalen hoever het precies van de tweede satelliet verwijderd is. Bijvoorbeeld 30 000 kilometer. De verzameling

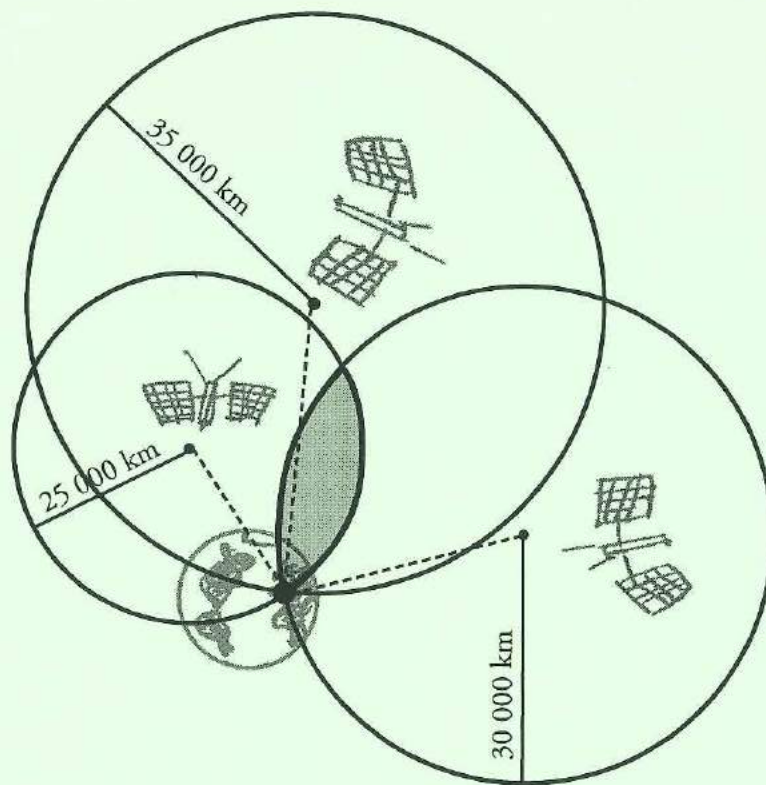
van alle punten die op 30 000 kilometer van de tweede satelliet verwijderd zijn, is alweer een bol. Die twee bollen hebben heel wat gemeenschappelijke snijpunten en die liggen op een cirkel (in perspectief als een ovaal getekend). Eén van die punten van die cirkel is de locatie van de gps. Welk punt het is, weet de gps nog niet. Daarvoor is ook de derde satelliet nodig.

figuur 2



Er is alweer een bol waarop de gps zich bevindt (zie figuur 3), nu op een afstand van 35 000 km. Dat is de verzameling van de punten die op een gelijke afstand van de derde satelliet liggen. Dat is de locatie van de gps.

figuur 3



Om de positiebepaling uit te voeren, moet je heel precies **de tijd bijhouden**. In de satelliet wordt dit gedaan met een atoomklok. Een **atoomklok** is echter te duur om in de gps-ontvanger te plaatsen. Daarom wordt een vierde satelliet signaal gebruikt om de fout op de tijd te corrigeren.



Is zo'n atoomklok wel een goede klok?

Ja hoor! Een atoomklok heeft maar een afwijking van 1 tiende van een seconde in 100 miljoen jaar... En hoe zit het met jouw horloge?

TIP!

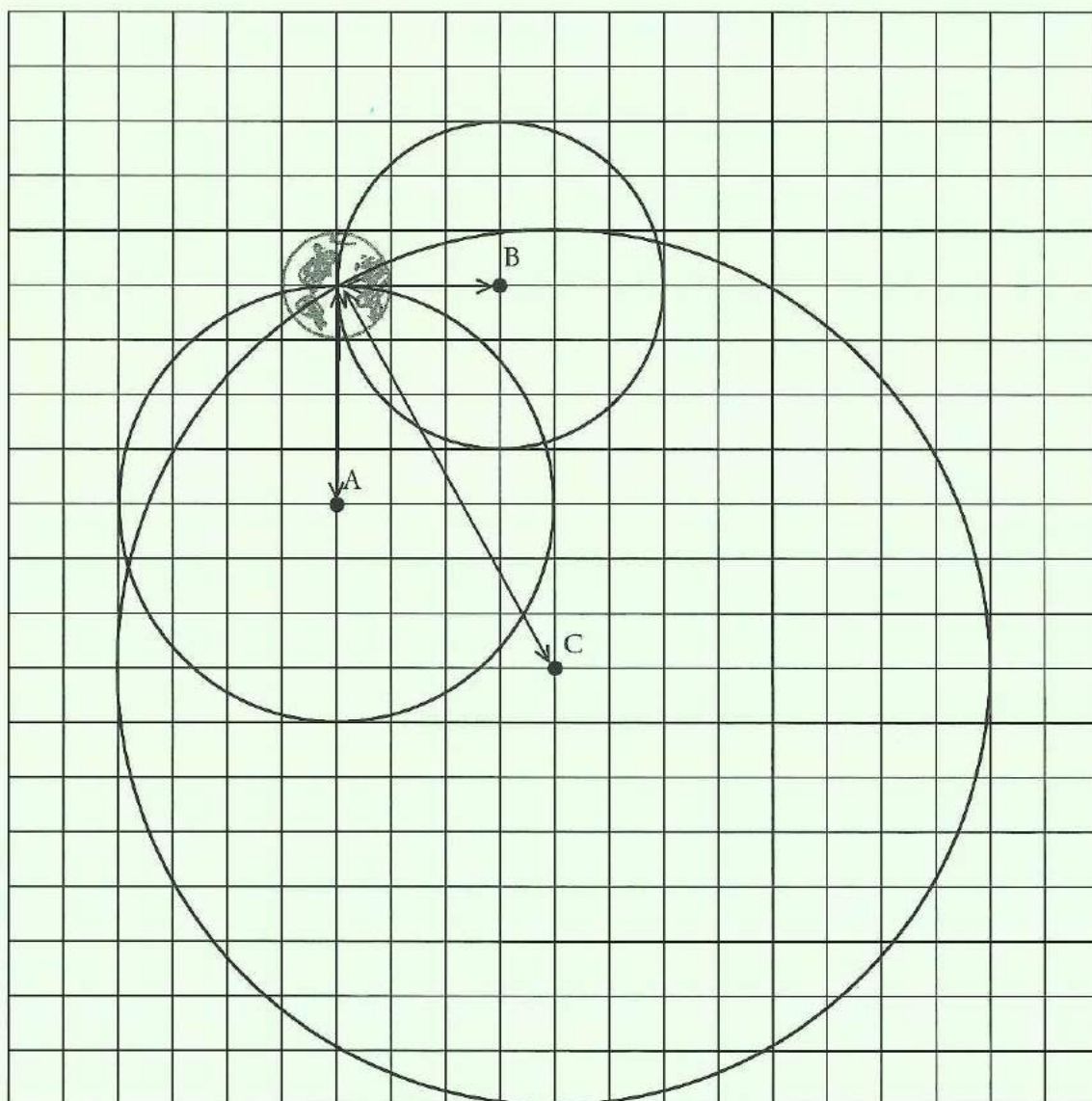
Raadpleeg Kant en Klaar Plus, thema 'Curieuze cirkels', kangoeroeleerstof voor meer informatie. Kijk naar het bepalen van het epicentrum van een aardbeving via snijdende cirkels vanuit de seismografen van 3 verschillende seismische stations.



a. Zoek informatie op over atoomklok, atomen en moleculen.

De robot R bevindt zich ergens op het rooster.
 Ga opzoek naar de gps van de robot.
 De middelpunten A, B en C duiden de plaats aan van de satellieten.
 De gps ligt ergens op de cirkelomtrek, op straalafstand van het middelpunt.
 In de cirkel (die een bol voorstelt) staat het middelpunt A voor één satelliet, met als straal 4 vakjes, dat is de afstand van de satelliet tot de robot/de gps.
 De punten B en C stellen twee andere satellieten voor. De afstand van punt B tot de robot is 3 vakjes en van punt C tot de robot 8 vakjes.

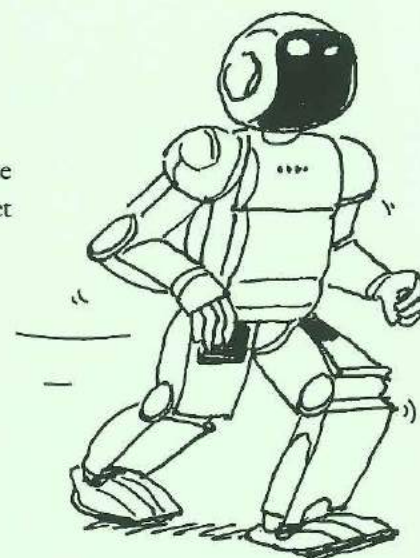
- b. Teken drie cirkels met als middelpunten A, B en C.
- c. Duid het punt R aan. Dat is de plaats waar de gps van de robot zich op aarde bevindt.
 - Teken een cirkel vanuit R met als straal 1 vakje.
 - Teken een satelliet in de punten A, B en C en duid de straal aan vanuit die punten tot de robot.



12.3 Snelle robots.

De snelheid van de tweepotige robots wordt uitgedrukt in verschillende eenheden. Om de snelheden van verschillende robots te vergelijken, moet je rekening houden met de lengte van de benen.

Asimo: 6 km/h – beenlengte: 0,6 meter
 Runbot: 2,9 km/h – beenlengte: 0,23 meter
 Spring Flamingo: 4,5 km/h – beenlengte: 0,9 meter
 HRP-2: 2,0 km/h – beenlengte 0,6 meter
 QRIO: 0,8 km/h – beenlengte 0,3 meter



- Deel de snelheid in kilometer per uur door de beenlengte. Rond af tot op 1 cijfer na de komma.
- Zet kilometer per uur (km/h) om in meter per seconde (m/s).

36 km	? m
h	s

met de verhoudingstabel

			: 3 600 →
A	36 km	36 000 m	10 m
T	1 h	3 600 seconden	1 seconde
			→ : 3 600

met een dubbele pijlenvoorstelling

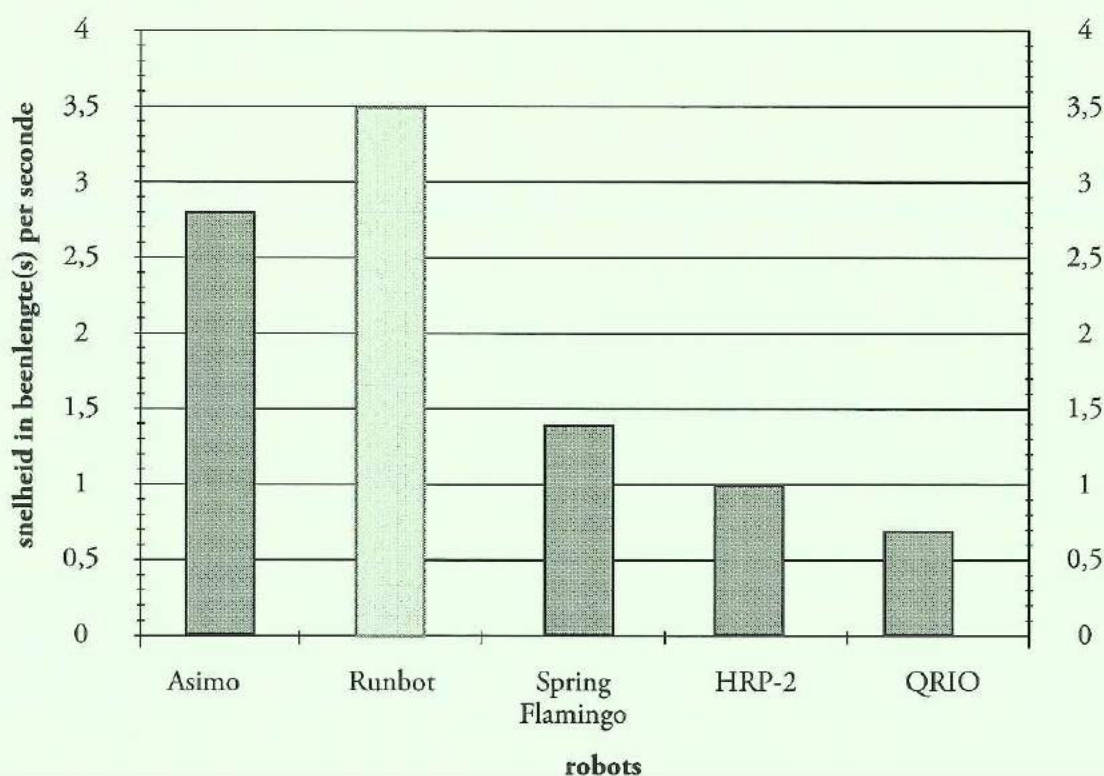
36 km/h = 10 m/s		2,7 km/h = 0,75 m/s	
afstand (A)	tijd (T)	afstand (A)	tijd (T)
36 km	1 uur	2,7 km	1 uur
36 000 m	60 minuten	2 700 m	60 minuten
36 000 m	3 600 seconden	2 700 m	3 600 seconden
: 3 600 ↓	↓ : 3 600	: 3 600 ↓	↓ : 3 600
10 m	1 seconde	0,75 m	1 seconde

c. Vul de tabel in.

Herleid met de verhoudingstabel of met de dubbele pijlen voorstelling.

robots	snelheid		beenlengte	beenlengte(s) per seconde
	km/h	m/s		
Asimo	...6...	...1,7...	...0,6...	...2,8... beenlengtes per sec.
Runbot	...2,9...	...0,8...	0,23	...3,5... beenlengtes per sec.
Spring Flamingo	...4,5...	...1,3...	...0,9...	...1,4... beenlengtes per sec.
HRP-2	...2...	...0,6...	...0,6...	...1... beenlengtes per sec.
QRIO	...0,8...	...0,2...	...0,3...	...0,7... beenlengtes per sec.

d. Zet de snelheid in beenlengte per seconde (laatste kolom) om in een staafdiagram.



13. HET BINAIRE OF TWEETALLIGE TALSTELSEL

Radio's, tv's, huishoudapparaten, rekenmachientjes, computers... zijn elektronische apparaten. Ze kunnen informatie aan elkaar doorgeven via een eenvoudige taal.

Ofwel is er een signaal aanwezig, voorgesteld door het cijfer 1. Ofwel is er geen signaal aanwezig, voorgesteld door het cijfer 0. De taal van computers en elektronische toestellen bestaat dus uit een 'alfabet' met slechts 2 cijfers: namelijk 0 en 1. We noemen dit het binaire * of tweetallige talstelsel met grondtal 2. Op school, thuis, in onze omgeving... gebruiken we het tientallige talstelsel met grondtal 10.

Deze signalen kunnen verschillende vormen aannemen: bij het 1-signaal wordt er stroom/spanning (genoeg) geleverd, terwijl er bij het 0-signaal (weinig of) geen stroom/spanning wordt geproduceerd. Dat principe wordt toegepast met schakelingen (schakelaars) zoals de logische poorten AND ('en'), OR ('of'), NOT ('niet') enzovoort. (H)eureka! Hopelijk gaat je lampje dan vlug branden. Maar dat komt later in dit thema wel aan bod.

De magnetisch geladen deeltjes in het geheugen van een computer die wij interpreteren als '1' of '0' zouden evengoed 'aan' of 'uit', 'ja' of 'nee', 'hoog' of 'laag', 'geladen' of 'niet-geladen', 'waar' of 'onwaar'... kunnen zijn.

Eerst bestuderen we hoe dit bijzondere positiestelsel in elkaar zit door het te vergelijken met het tientallige of decimale talstelsel.

** 'binair' komt van het Franse woord 'binaire' en betekent tweevoudig, tweedelig, tweetallig... 'Bi' is een woorddeel afgeleid van het Latijn 'bis', tweemaal zoals in bikini, een tweedelig badpak voor dames.*

Wij zijn niet gewoon om te rekenen in het **binaire talstelsel**. We gebruiken meestal het **tientallige talstelsel** dat is opgebouwd uit 10 cijfers: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 en 9.

13.1 Het tientallige talstelsel

Door combinaties van die tien cijfers kun je een oneindig aantal getallen vormen. Het **decimale (**)** talstelsel is een **positiestelsel** waarbij de **waarde** van elk **cijfer** in een getal wordt bepaald door haar **plaats**, **rang** of **positie** in dat getal.

Iedere **rang naar links** is **10 maal groter** dan de rang net rechts daarvan.

Iedere **rang naar rechts** is **10 maal kleiner** dan de rang net links daarvan.

Het **hoogste cijfer** per rang is **9**.

Vanaf 10 wordt er **omgewisseld** voor **1** eenheid van de **net hogere rangorde** die je **links** van de **net lagere rangorde** schrijft.

a. Vul in.

$$900 + 300 = \dots\dots\dots \mathbf{1\ 200} \dots\dots\dots$$

$$9H + 3H = \dots\dots\dots \mathbf{12} \dots\dots\dots H. \text{ H is het symbool voor honderdtal.}$$

$$12H \text{ kan je splitsen in } 10H \text{ en } \dots\dots\dots \mathbf{2} \dots\dots\dots H.$$

Wissel 10H om in 1D.

$$12H = \dots\dots\dots \mathbf{1} \dots\dots\dots D + \dots\dots\dots \mathbf{2} \dots\dots\dots H.$$

(**) in decimaal zit het Latijnse voorvoegsel 'decem' dat 'tien' betekent; 'deci' in decimaal en 'decimus' betekent 'tiende'. Decimaal of tientallig slaat op het feit dat we tien verschillende cijfers gebruiken in ons talstelsel: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 en 9.

Het decimale of tientallige talstelsel heeft als **grondtal 10**, omdat we altijd **per 10 groeperen**. Je vormt eerst groepjes van 10 eenheden, die je **omwisselt** voor een tiental. Daarna vorm je groepjes van 10 tientallen die je omwisselt voor een honderdtal, enzovoort.

Elke **rang(orde)** bestaat uit een **macht** van het **grondtal 10**:

$$10^0 = 1 = 1\text{E} (= 1 \text{ eenheid});$$

$$10^1 = 10 = 1 \times 10 = 1\text{T} (= 1 \text{ tiental});$$

$$10^2 = 10 \times 10 = 100 = 1 \times 100 = 1\text{H} (= 1 \text{ honderdtal})$$

$$10^2 = (10 \times 10) = 100$$

10 is het **grondtal**, ² is de **exponent** en uitkomst 100 is de tweede **macht** van 10.

10 moet je tot de tweede macht verheffen om 100 te bekomen. Dat wordt het kwadraat van 10 of tien tot de tweede genoemd.

$$10^3 = 10 \times 10 \times 10 = 1\,000 = 1 \times 1\,000 = 1\text{D} (= 1 \text{ duizendtal})$$

wordt verwoord als 10 tot de 3^e macht of tien tot de derde.

Bij **machten** wordt het **grondtal herhaaldelijk met zichzelf vermenigvuldigd**.

Je neemt **zoveel factoren als de exponent** van de **macht** aangeeft.

Een **ezelsbruggetje** is een geheugensteuntje om te onthouden hoeveel nullen een bepaalde macht van 10 bevat.

Schrijf evenveel nullen na het cijfer 1 als de exponent aangeeft.

$$10^0 \rightarrow \text{exponent } 0 \rightarrow 1 \text{ (geen nul)}$$

1

→ 1 op de rang van de E

We nemen aan dat $1^0 - 2^0 - 3^0 - \dots - 10^0$ telkens gelijk is aan 1.

Later leer je deze stelling wel te bewijzen.

$$10^1 \rightarrow \text{exponent } 1 \rightarrow \text{één nul na de } 1 \rightarrow 10$$

10

→ 1 op de 1^e rang links van de E

Bij macht 1, wordt het grondtal 1 keer genomen.

$$10^2 \rightarrow \text{exponent } 2 \rightarrow \text{twee nullen na de } 1 \rightarrow 100$$

10 x 10

→ 1 op de 2^e rang links van de E

10 tot de 2^e (macht) → een **vermenigvuldiging** met **2 factoren**, elk 10

of 10 wordt vermenigvuldigd met zichzelf.

$$10^3 \rightarrow \text{exponent } 3 \rightarrow \text{drie nullen na de } 1 \rightarrow 1\,000$$

10 x 10 x 10

→ 1 op de 3^e rang links van de E

10 tot de 3^e (macht) → een **vermenigvuldiging** met **3 factoren**, elk 10

$10^4 \rightarrow$ exponent 4 $\rightarrow$ vier nullen na de 1 $\rightarrow$ 10 000

$10 \times 10 \times 10 \times 10$

$\rightarrow$ 1 op de 4^e rang links van de E

10 tot de 4^e (macht) $\rightarrow$ een **vermenigvuldiging met 4 factoren**, elk 10

$10^5 \rightarrow$ exponent 5 $\rightarrow$ vijf nullen na de 1 $\rightarrow$ 100 000

$10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$

$\rightarrow$ 1 op de 5^e rang links van de E

10 tot de 5^e (macht) $\rightarrow$ een **vermenigvuldiging met 5 factoren**, elk 10

$10^6 \rightarrow$ exponent 6 $\rightarrow$ zes nullen na de 1 $\rightarrow$ 1 000 000

$10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$

$\rightarrow$ 1 op de 6^e rang links van de E

10 tot de 6^e (macht) $\rightarrow$ een **vermenigvuldiging met 6 factoren**, elk 10

In het decimale talstelsel heeft **elke** plaats, rang(orde) of **positie** in een getal de waarde van een **macht van 10**, als volgt uitgedrukt

eenheden: $10^0 = 1 = 1(E) = 1E$,

tientallen: $10^1 = 1 \times 10 = 10 = 10(E) = 1T$,

honderdtallen: $10^2 = 10 \times 10 = 100 = 100(E) = 1H$,

duizendtallen: $10^3 = 10 \times 10 \times 10 = 1000 = 1000(E) = 1D$, enzovoort.

f. Vul in de tabel de cijfers van het getal 1 604 837 592 aan met nullen tot de rang(orde) van de eenheden.

10^9	10^8	10^7	10^6	10^5	10^4	10^3	10^2	10^1	10^0
miljoentallen				duizendtallen			eenheden		
				10 x 10 000	10 x 1 000	10 x 100	10 x 10	10 x 1	1
Md	HM	TM	M	HD	TD	D	H	T	E
1	6	0	4	8	3	7	5	9	2
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0
			4	0	0	0	0	0	0
				8	0	0	0	0	0
					3	0	0	0	0
						7	0	0	0
							5	0	0
								9	0
									2
1	6	0	4	8	3	7	5	9	2

De waarde van elk cijfer van het getal 1 604 837 592 (een miljard zeshonderd en vier miljoen achthonderd zeven en dertigduizend vijfhonderd tweeënnegentig), bijvoorbeeld 4, kan uitgedrukt worden op twee manieren: als **getal** (bv. 4 000 000) en als **symbool** (4M).

g. Vul de getallen en symbolen aan.

1 604 837 592	→ 2E	= 2 x 10 ⁰	= 2 x (1) = 2 x 1 (E)	= 2 (E)
1 604 837 592	→ 9T	= 9 x 10 ¹	= 9 x (10) = 9 x 10 (E)	= 90 (E)
1 604 837 592	→ 5H	= 5 x 10 ²	= 5 x (10 x 10) = 5 x 100 (E)	= 500 (E)
1 604 837 592	→ 7D	= 7 x 10³	= 7 x (10 x 10 x 10) = 7 x 1 000 (E)	= 7 000 (E)
1 604 837 592	→ 3TD	= 3 x 10 ⁴	= 3 x (10 x 10 x 10 x 10) = 3 x 10 000 (E)	= 30 000 (E)
1 604 837 592	→ 8HD	= 8 x 10 ⁵	= 8 x (10 x 10 x 10 x 10 x 10) = 8 x 100 000 (E)	= 800 000 (E)
1 604 837 592	→ 4M	= 4 x 10 ⁶	= 4 x (10 x 10 x 10 x 10 x 10 x 10) = 4 x 1 000 000 (E)	= 4 000 000 (E)
1 604 837 592	→ 6HM	= 6 x 10⁸	= 6 x (10 x 10 x 10 x 10 x 10 x 10 x 10 x 10) = 6 x 100 000 000 (E)	= 600 000 000 (E)
1 604 837 592	→ 1Md	= 1 x 10 ⁹	= 1 x (10 x 10 x 10 x 10 x 10 x 10 x 10 x 10 x 10) = 1 x 1 000 000 000 (E)	= 1.000.000.000 (E)

In het decimale talstelsel heeft **elk cijfer** (bijvoorbeeld 7, 5, 9 en 2) in een getal (bijvoorbeeld 7 592) de **waarde** volgens de **positie** van dat cijfer in het getal, uitgedrukt als een **veelvoud** van een **macht van 10**

2 eenheden: $2 \times 10^0 = 2 \times (1) = 2 = 2(E) = 2E$,

9 tientallen: $9 \times 10^1 = 9 \times (10) = 90 = 90(E) = 9T$,

5 honderdtallen: $5 \times 10^2 = 5 \times (10 \times 10) = 500 = 500(E) = 5H$,

7 duizendtallen: $7 \times 10^3 = 7 \times (10 \times 10 \times 10) = 7000 = 7000(E) = 7D$, enzovoort.

$$\begin{aligned}
 &1\ 604\ 837\ 592 \\
 &= (1 \times 10^9) + (6 \times 10^8) + (0 \times 10^7) + (4 \times 10^6) + (8 \times 10^5) + (3 \times 10^4) + (7 \times 10^3) + (5 \times 10^2) + \\
 &\quad (9 \times 10^1) + (2 \times 10^0) \\
 &= (1 \times 1\ 000\ 000\ 000) + (6 \times 100\ 000\ 000) + (0 \times 10\ 000\ 000) + (4 \times 1\ 000\ 000) + (8 \times 100\ 000) + \\
 &\quad (3 \times 10\ 000) + (7 \times 1\ 000) + (5 \times 100) + (9 \times 10) + (2 \times 1) \\
 &= 1\ 000\ 000\ 000 + 600\ 000\ 000 + 0 + 4\ 000\ 000 + 800\ 000 + 30\ 000 + 7\ 000 + 500 + 90 + 2 \\
 &= 1\ 604\ 837\ 592
 \end{aligned}$$

Hieruit blijkt dat **elk getal** in ons decimale talstelsel de **som** is van **veelvouden** van **machten van 10**.

$$\begin{aligned}
 10^3 &= (10 \times 10 \times 10) = 1\ 000 = \text{duizend} \\
 10^6 &= (10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10) = 1\ 000\ 000 = 1 \text{ miljoen} \\
 10^9 &= (10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10) = 1\ 000\ 000\ 000 = 1 \text{ miljard} \\
 & (= 1\ 000 \text{ miljoen}) \\
 10^{12} &= (10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10) = 1\ 000\ 000\ 000\ 000 = \\
 & 1 \text{ biljoen} (= 1 \text{ miljoen} \times 1 \text{ miljoen}) \\
 10^{15} &= (10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10) = \\
 & 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 1 \text{ biljard} (= 1\ 000 \text{ biljoen}) \\
 10^{18} &= (10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10) = \\
 & 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 1 \text{ triljoen} (= 1 \text{ miljoen} \times 1 \text{ miljoen} \times 1 \text{ miljoen}) \\
 10^{21} &= (10 \times 10) = \\
 & 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 1 \text{ triljard} (= 1\ 000 \text{ triljoen})
 \end{aligned}$$

13.2 Hoe zit het binaire of tweetallige talstelsel in elkaar?

Door combinaties van de cijfers 0 en 1 kun je eveneens in het binaire talstelsel een oneindig aantal getallen vormen. Ook in dit positiestelsel wordt de waarde van elk cijfer in een getal bepaald door haar plaats, rang of positie in dat getal.

Iedere **rang naar links** is **2 maal groter** dan de rang net rechts daarvan.

Iedere **rang naar rechts** is **2 maal kleiner** dan de rang net links daarvan.

Het **hoogste cijfer** per rang is **1**. Vanaf **2** wordt er **omgewisseld** voor **1** eenheid van de **net hogere rangorde** die je **links** van de **net lagere rangorde** schrijft.

Het tweetallige talstelsel heeft als **grondtal 2**, omdat we altijd **per 2 groeperen**. Je vormt eerst groepjes van 2 eenheden, die je **omwisselt** voor een tweetal. Daarna vorm je groepjes van 2 tweetallen die je omwisselt voor een viertal, enzovoort.

Elke rang(orde) bestaat uit een **macht** van het **grondtal 2** (zie tabel die volgt):

$$\begin{aligned}
 2^0 &= 1 = 1\text{E} (= 1 \text{ eenheid}), \text{ ook } 1 \text{ geschreven in het binaire talstelsel;} \\
 2^1 &= 1 \times 2 = 2 = 1\text{T} (= 1 \text{ tweetal}), 10 \text{ geschreven in het binaire talstelsel;} \\
 2^2 &= 2 \times 2 = 4 = 1 \times 4 = 1\text{V} (= 1 \text{ viertal}), 100 \text{ geschreven in het binaire talstelsel,} \\
 &\text{wordt verwoord als 2 tot de 2e macht (ook het kwadraat van 2 of twee tot de tweede);} \\
 &\text{waarbij 2 met zichzelf wordt vermenigvuldigd;} \\
 2^3 &= 2 \times 2 \times 2 = 8 = 1 \times 8 \text{ of } 1\text{A} (= 1 \text{ achttal}), 1000 \text{ geschreven in het binaire talstelsel,} \\
 &\text{wordt verwoord als 2 tot de 3e macht of twee tot de derde.}
 \end{aligned}$$

$2^3 = (2 \times 2 \times 2) = 8$ (tientallig talstelsel) als **1000** geschreven in het binaire talstelsel.
 2 is het **grondtal**, 3 is de **exponent** en uitkomst **8** is de derde **macht** van 2.
 2 moet je tot de derde macht verheffen om 8 (als 1000 geschreven) te bekomen.

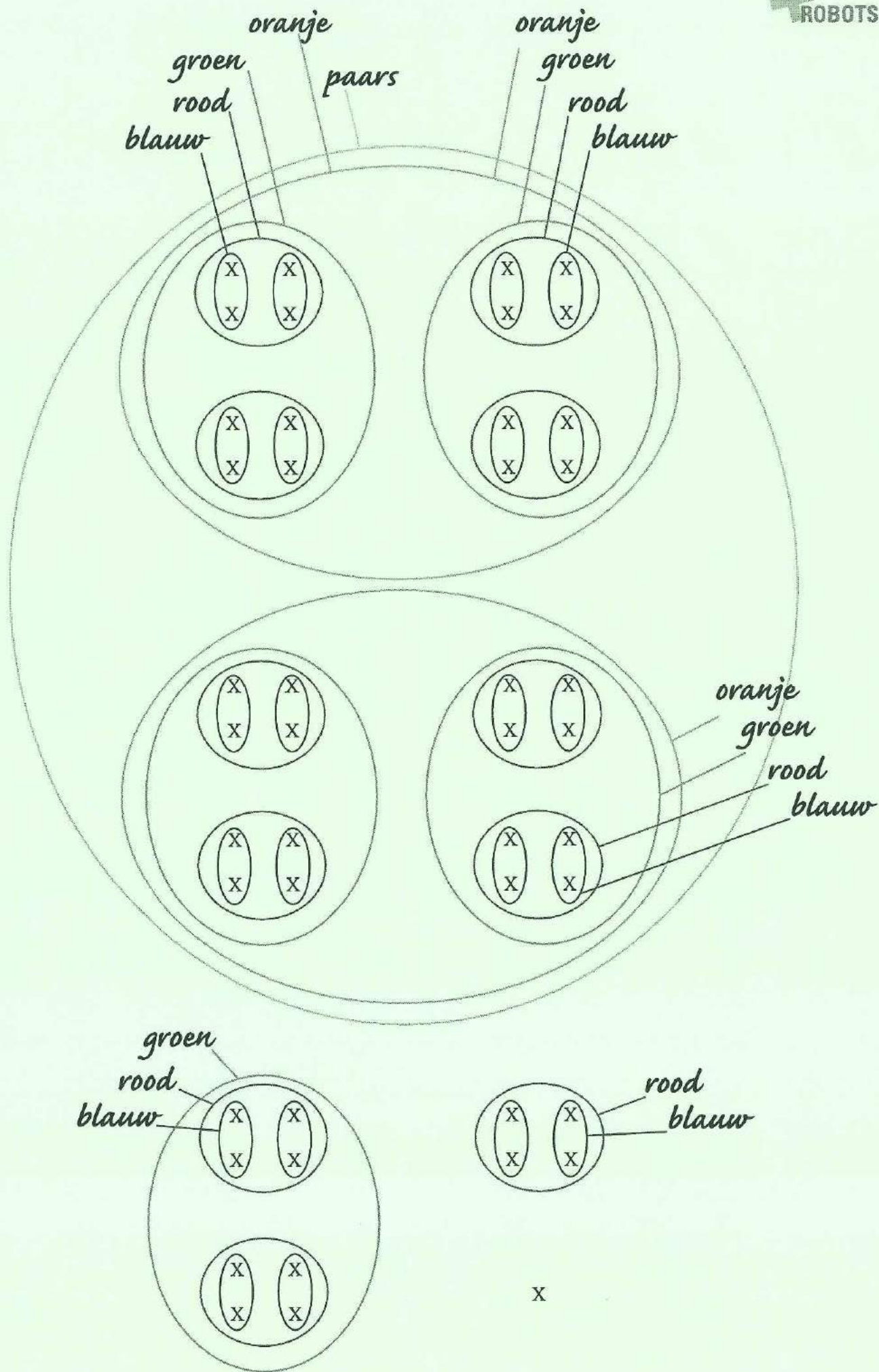
Bij machten wordt het grondtal herhaaldelijk met zichzelf vermenigvuldigd.
 Je neemt zoveel factoren als de exponent aangeeft.

Bij 2^2 is 2 het **grondtal** en 2 de **exponent**. Verwoord als 2 tot de **2^e macht** (ook het kwadraat van 2) of twee tot de tweede.

Bij 2^3 is 2 het **grondtal** en 3 de **exponent**. Verwoord als 2 tot de **3^e macht** of twee tot de derde.

d. Groepeer op de volgende pagina 45 kruisjes per 2 zoals in het binaire talstelsel.

- Maak steeds grotere groepen van 2, dus tweetallen, viertallen, achttallen, zestientallen, tweëndertigtallen, vierenzestigtallen enzovoort.
- Volg het stappenplan onder de tabel.



2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
2×256	2×128	2×64	2×32	2×16	2×8	2×4	2×2	2×1	
				paars	oranje	groen	rood	blauw	zwart
				TD	Z	A	V	T	E
				1	0	1	1	0	1

Stappenplan 1

Gropeer 45 kruisjes per 2 in steeds grotere groepen.

1. **Gropeer** zoveel mogelijk van de **45 kruisjes in blauwe groepjes** (kringetjes) **per 2**. Je mag dat grote aantal blauwe groepjes van 2 niet invullen in de kolom van de **T** (= tweetallen), want het hoogste cijfer in het binaire talstelsel is 1. In de kolom van de **E** (= eenheden) vul je de overblijvende kruisjes in.
2. **Gropeer** zoveel mogelijk van de **blauwe groepjes** (kringetjes) **van 2 per 2**, in **grotere rode groepjes van 4** ($2^2 = 2 \times 2 = 4$ (E) of 1V of een viertal). Je mag het aantal rode groepjes van 4 niet invullen in de kolom van de **V** (= viertallen), want het hoogste cijfer in het tweetallige stelsel is 1. In de kolom van de **T** (= tweetallen) vul je de overblijvende blauwe groepjes in.
3. **Gropeer** zoveel mogelijk van de **rode groepjes** (kringetjes) **van 4 (= 2×2) per 2**, in **groene groepen van 8** ($2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$ (E) of 1A of een achttal). Je mag het aantal groene groepjes van 8 niet invullen in de kolom van de **A** (= achttallen), want het hoogste cijfer in het binaire stelsel is 1. In de kolom van de **V** (= viertallen) vul je de overblijvende rode groepjes in.
4. **Gropeer** zoveel mogelijk van de **groene groepen** (kringen) **van 8 (= $2 \times 2 \times 2$) per 2**, in **oranje groepen van 16** ($2^4 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ (E) of 1Z of een zestiental). Je mag het aantal oranje groepen van 16 niet invullen in de kolom van de **Z** (= zestientallen), want het hoogste cijfer in het tweetallige stelsel is 1. In de kolom van de **A** (= achttallen) vul je de overblijvende groene groepen in.
5. **Gropeer** zoveel mogelijk van de **oranje groepen** (kringen) **van 16 (= $2 \times 2 \times 2 \times 2$) per 2**, in **paarse groepen van 32** ($2^5 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$ (E) of 1TD of een tweeëndertigtal). Je mag hoogstens 1 groep van 32 invullen in de kolom van de **TD** (= tweeëndertigtallen), want het hoogste cijfer in het binaire stelsel is 1. In de kolom van de **Z** (= zestientallen) vul je de overblijvende oranje groepen in.
6. Je kunt met 45 kruisjes geen groep van 64 ($2^6 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 64$ (E)) vormen.

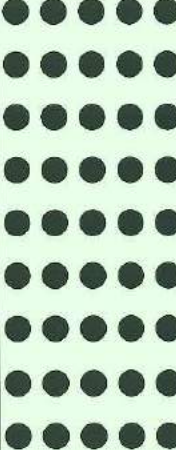


Probeer het stappenplan 1, groeperen per 2, zelf uit met bijvoorbeeld 85 (kruisjes of stipjes)!

Stappenplan 2

Stel 45 (tientallig stelsel) voor in het tweetallige of binaire talstelsel

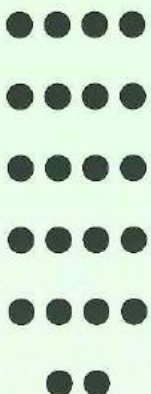
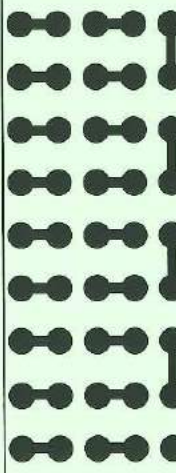
1. Teken 45 zwarte stippen in het rechter vakje van de strook

paars	oranje	groen	rood	blauw	zwart
					

2. Verbind in het rechter vakje telkens 2 zwarte stippen.

Vervang die 2 zwarte stippen door 1 blauwe stip in het vakje dat er links op volgt, totdat er 1 of geen enkele stip overblijft.

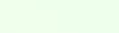
Noteer onderaan of er geen (= 0) of 1 zwarte stip overblijft.

paars	oranje	groen	rood	blauw	zwart
					
					1

3. Verbind telkens 2 blauwe stippen.

Vervang die 2 blauwe stippen door 1 rode stip in het vakje dat er links op volgt, totdat er 1 of geen enkele stip overblijft.

Noteer onderaan of er geen (= 0) of 1 blauwe stip overblijft.

paars	oranje	groen	rood	blauw	zwart
					
					
					
					
					
				0	1

4. Herhaal steeds dezelfde werkwijze totdat het linker vakje slechts één stip bevat.

paars	oranje	groen	rood	blauw	zwart
					
					
					
			1	0	1

paars	oranje	groen	rood	blauw	zwart
					
					
					
		1	1	0	1

paars	oranje	groen	rood	blauw	zwart
					
1	0	1	1	0	1

paars	oranje	groen	rood	blauw	zwart
					
1	0	1	1	0	1

Na deze bewerking bevat elk vakje een stip ofwel geen stip. Voor elk van deze twee mogelijkheden gebruiken we een symbool: 1 ('één'); 0 ('nul').

Verschillende keren vind je 'streep' 1 in de plaats van 1.

Het getal 45 (tientallig/decimaal talstelsel) wordt in het tweetallig/binaire talstelsel 101101 of 101101 geschreven.

Samenvatting: verkorte werkwijze

paars	oranje	groen	rood	blauw	zwart
		  	  	     	         
1	0	1	1	0	1

Stappenplan 3

Schrijf 45 (tientallige talstelsel) via een verhoudingsdeling als binair getal

1. Zoek van rechts naar links telkens hoeveel keer 2 in het startgetal en daarna in het vorige quotiënt gaat. De rest 0 of 1 vormt het cijfer per rangorde van rechts naar links van het binaire getal.

	quotiënt	rest	het binaire talstelsel					
$45 : 2 =$	22	1						1
$22 : 2 =$	11	0					0	
$11 : 2 =$	...5...	...1...				...1...		
$...5 : 2 =$	...2...	...1...			...1...			
$...2 : 2 =$	...1...	...0...		...0...				
$...1 : 2 =$	...0...	...1...	...1...					
			...1...	...0...	...1...	...1...	...0...	1

2. Omgekeerd kun je vanuit het binaire getal 101101 het tiendelige getal 45 zoeken.
Vermenigvuldig het vorige cijfer telkens met 2 en tel er het volgende cijfer bij. Vermenigvuldig de nieuwe som en tel er terug het volgende cijfer bij.

het binaire talstelsel	het tientallige talstelsel
1	
0	$\underline{1} \times 2 = 2 \rightarrow 2 + 0 = \underline{2}$
1	$\underline{2} \times 2 = 4 \rightarrow 4 + 1 = \underline{5}$
1	$\underline{5} \times 2 = \underline{10} \rightarrow \underline{10} + 1 = \underline{11}$
0	$\underline{11} \times 2 = \underline{22} \rightarrow \underline{22} + 0 = \underline{22}$
1	$\underline{22} \times 2 = \underline{44} \rightarrow \underline{44} + 1 = \underline{45}$
	45



Zet het tiendelige getal 85 om in een binair getal. Gebruik hiervoor stappenplan 2.
Zet het tiendelige getal 600 om in een binair getal. Gebruik hiervoor stappenplan 3.
Zet het binaire getal 110110 om in een tiendelig getal. Gebruik hiervoor stappenplan 3.

Stappenplan 4

Schrijf 45 (tientallige talstelsel) via machten van 2 in het binaire talstelsel

2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
2 x 256	2 x 128	2 x 64	2 x 32	2 x 16	2 x 8	2 x 4	2 x 2	2 x 1	
				paars	oranje	groen	rood	blauw	zwart
				TD	Z	A	V	T	E

1. Zoek van links naar rechts, van groot naar klein, telkens welke macht van 2 in het startgetal en daarna in de rest gaat. Het quotiënt 0 of 1 is het cijfer per rangorde van links naar rechts.2

	quotiënt	rest	het binaire talstelsel					
$45 : 32 =$	1	13	1					
$13 : 16 =$	0	13		0				
$13 : 8 =$	...1...	...5...			...1...			
$5 : 4 =$	...1...	...1...				...1...		
$1 : 2 =$	...0...	...1...					...0...	
$1 : 1 =$	...1...	...0...						...1...
			1	0	...1...	...1...	...0...	...1...

2. Omgekeerd kun je vanuit het binaire getal 101101 het tiendelige getal 45 zoeken. De machten van 2 zijn van links naar rechts 32, 16, 8, 4, 2 en 1.

het binaire talstelsel	het tientallige talstelsel
1	$1 \times 32 = 32$
0	$0 \times 16 = 0 \rightarrow 32 + 0 = 32$
1	$1 \times 8 = 8 \rightarrow 32 + 8 = 40$
1	$1 \times 4 = 4 \rightarrow 40 + 4 = 44$
0	$0 \times 2 = 0 \rightarrow 44 + 0 = 44$
1	$1 \times 1 = 1 \rightarrow 44 + 1 = 45$

13.3 Van tientallig naar binair

a. Zet het getal 117 uit het tientallige talstelsel om in het binaire talstelsel.

- Maak geen gebruik van kruisjes en kringetjes.
 - Zoek eerst het grootste kwadraat van 2 (honderd achtentwintigtal, vierenzestig, tweeëndertigtal, zestiental, achttal, viertal, tweetal) dat in 117 zit.
 - Zoek daarna het volgende grootste kwadraat van 2 dat in de rest zit, enzovoort.
- Bijvoorbeeld 512, dan 256, dan 128, dan 64, dan 32, dan 16, dan 8, dan 4, dan 2.

2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
2 x 256	2 x 128	2 x 64	2 x 32	2 x 16	2 x 8	2 x 4	2 x 2	2 x 1	
			geel	paars	oranje	groen	rood	blauw	
			VZ	TD	Z	A	V	T	E
			..1	..1	..1	.0	..1	.0	..1

117 verschilt niet veel van 128, maar is 11 te weinig om een groep van 27 te vormen.

De grootst mogelijke macht van 2 die in 117 gaat, is 64.

64 (= 2^6 of 1VZ) gaat 1 maal in 117, rest **..53..**

..32.. (= 2^5 of 1TD) gaat 1 maal in 53, rest 21

16 (= 2^4 of 1Z) gaat 1 maal in **..21..**, rest 5

....8... (= 2^3 of 1A) gaat 0 maal in 5, rest **....5....**

4 (= 2^2 of 1V) gaat **.....1...** maal in 5, rest **....1....**

...2... (= 2^1 of 1T) gaat 0 maal in **....1....**,

rest **....1....**

EXTRA WEETJE!

Het getal 117 (3 cijfers) uit het tientallige talstelsel wordt 1110101 (dus met 7 cijfers, 0 of 1) geschreven in het binaire talstelsel. 1110101 mogen we niet lezen als 1 110 101 of één miljoen honderd en tienduizend honderd en een.

Een notatie die gebruikt wordt als je van het ene talstelsel naar het andere omzet, is 117_{10} en 1110101_2 . Hieruit kun je afleiden dat 117 in het tientallige en 1110101 in het binaire talstelsel zijn geschreven. Pas op dat je dit niet verwart met 117^{10} en 1110101^2 . Dat betekent 117 tot de 10^e macht en 1110101 tot de 2^e macht.

Het cijfer dat we onderaan schrijven noemen we index 2.

b. In de volgende tabel zijn enkele getallen van zowel het tweetallige/binaire als het tientallige/decimale talstelsel weggelaten. Vul ze aan!

2-tallig	10-tallig	binair	decimaal	2-tallig	10-tallig
0000	0				
0001	1	1011	11	10101	21
0010	2	1100	12	10110	22
0011	3	1101	13	10111	23
0100	4	1110	14	11000	24
0101	5	1111	15	11001	25
0110	6	10000	16	11010	26
0111	7	10001	17	11011	27
1000	8	10010	18	11100	28
1001	9	10011	19	11101	29
1010	10	10100	20	11110	30

c. Schrijf de binaire getallen in de tabel.

111111, 1010010, 10101101, 101010001, 1010101010

2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
2 x 256	2 x 128	2 x 64	2 x 32	2 x 16	2 x 8	2 x 4	2 x 2	2 x 1	
			geel	oranje	paars	groen	rood	blauw	
			VZ	TD	Z	A	V	T	E
				1	1	1	1	1	1
			1	0	1	0	0	1	0
		1	0	1	0	1	1	0	1
	1	0	1	0	1	0	0	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0

d. Zet deze binaire getallen om in tiendelig getallen.

$$111111_2 = \dots\dots\dots 63_{10} \dots\dots\dots$$

$$1010010_2 = \dots\dots\dots 82_{10} \dots\dots\dots$$

$$10101101_2 = \dots\dots\dots 173_{10} \dots\dots\dots$$

$$101010001_2 = \dots\dots\dots 337_{10} \dots\dots\dots$$

$$1010101010_2 = \dots\dots\dots 682_{10} \dots\dots\dots$$

e. Schrijf de volgende getallen uit het tientallige talstelsel in de tabel van het tweetallige talstelsel:
30 – 39 – 49 – 69 – 90.

	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	256	128	64	32	16	8	4	2	1
	2 x 128	2 x 64	2 x 32	2 x 16	2 x 8	2 x 4	2 x 2	2 x 1	
			VZ	TD	Z	A	V	T	E
30_{10}					1	1	1	1	0
39_{10}				1	0	0	1	1	1
49_{10}				1	1	0	0	0	1
69_{10}			1	0	0	0	1	0	1
90_{10}			1	0	1	1	0	1	0

f. Tel de binaire getallen op.

1001	0011	0011	1101
+ 0101	+ 0011	+ 0101	+ 0001
= 1110	= 0110	= 1000	= 1110

Elk cijfer in een getal heeft een rang(orde)waarde volgens de positie in dat getal, uitgedrukt als een macht van 2, in eenheden.

Bijvoorbeeld in 100000 staat het cijfer 1 op de 5^e rang links van de eenheden, op de plaats van de tweëndertigtallen, gelijk aan 32 (E).

$$1TD = 1 \times 2^5 = 1 \times (2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2) = 1 \times 32 (E) = 32 (E)$$

In het binaire talstelsel heeft elke plaats, rang(orde) of positie in een getal de waarde van een macht van 2, als volgt uitgedrukt

(in het tientallige talstelsel) als eenheden: $2^0 = 1 = 1(E) = 1E$,

in het binaire talstelsel geschreven als 1

(in het tientallige talstelsel) als tweetallen: $2^1 = 1 \times 2 = 2(E) = 1T$,

in het binaire talstelsel geschreven als 10

(in het tientallige talstelsel) als viertallen: $2^2 = 2 \times 2 = 4(E) = 1V$,

in het binaire talstelsel geschreven als 100

(in het tientallige talstelsel) als achttallen: $2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8(E) = 1A$,

in het binaire talstelsel geschreven als 1000

enzovoort.

g. Vul in de tabel de cijfers van het getal 1111111 aan met nullen tot de rang(orde) van de eenheden.

2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
2×256	2×128	2×64	2×32	2×16	2×8	2×4	2×2	2×1	
			VZ	TD	Z	A	V	T	E
									1
								1	..0.
							1	..0.	..0.
						1	..0.	..0.	..0.
					1	..0.	..0.	..0.	..0.
				1	..0.	..0.	..0.	..0.	..0.
			1	..0.	..0.	..0.	..0.	..0.	..0.
		1	1	1	1	1	1	1	1

De waarde van elk cijfer van het getal 1000 in het binaire talstelsel (de hoeveelheid acht en het getal acht in het tientallig talstelsel), bijvoorbeeld **1**, kan uitgedrukt worden op twee manieren: als **getal** (bijvoorbeeld **1000**) en als **symbool** (**1A**).

KIJK UIT!

Dit zijn niet de getallen 10 (lees: tien), 100 (lees: honderd), 1 000 (lees: duizend), 10 000 (lees: tienduizend) omdat zij niet in het tientallige, maar in het tweetallige positiestelsel staan. Dit zijn wel de getallen een, twee, vier, acht en zestien uit het binaire talstelsel.

$$1 \rightarrow 1E (= \text{eenheid}) = 1 \times 2^0 = 1 \times (1) = 1 \times 1 (E) = 1 (E)$$

$$10 \rightarrow 1T (= \text{tweetal}) = 1 \times 2^1 = 1 \times (2) = 1 \times 2 (E) = 2 (E)$$

$$100 \rightarrow 1V (= \text{viertal}) = 1 \times 2^2 = 1 \times (2 \times 2) = 1 \times 4 (E) = 4 (E)$$

$$1000 \rightarrow 1A (= \text{achtal}) = 1 \times 2^3 = 1 \times (2 \times 2 \times 2) = 1 \times 8 (E) = 8 (E)$$

$$10000 \rightarrow 1Z (= \text{zestiental}) = 1 \times 2^4 = 1 \times (2 \times 2 \times 2 \times 2) = 1 \times 16 (E) = 16 (E)$$

$$100000 \rightarrow 1TD (= \text{tweeëndertigtal}) = 1 \times 2^5 = 1 \times (2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2) = 1 \times 32 (E) = 32 (E)$$

$$1000000 \rightarrow 1VZ (= \text{viereenzestigtal}) = 1 \times 2^6 = 1 \times (2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2) = 1 \times 64 (E) = 64 (E)$$

Hieruit blijkt dat **elk getal** in het binaire/tweetallige talstelsel de **som** is van **machten van 2**.

1111111 (binaire/tweetallige talstelsel 1111111_2)

$$= (1 \times 2^6) + (1 \times 2^5) + (1 \times 2^4) + (1 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (1 \times 2^0)$$

$$= (1 \times 64) + (1 \times 32) + (1 \times 16) + (1 \times 8) + (1 \times 4) + (1 \times 2) + (1 \times 1)$$

$$= 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1$$

$$= 127 (\text{decimale/tientallige talstelsel, } 127_{10})$$

h. Schrijf de waarde van de getallen/bewerkingen op!

$$1111111_2 = 1111111 \text{ in het binaire talstelsel en } 127 \text{ in het tientallige talstelsel.}$$

$$127_{10} = 127 \text{ in het tientallige talstelsel.}$$

$$1111111^2 = 11111100000001 \text{ in het binaire talstelsel en } 16129 \text{ in het tientallige talstelsel}$$

$$127^{10} = 1.091.533.853.073.390.000.000 \text{ in het tientallige talstelsel.}$$

13.4 Binaire Ledklok

Een binaire Ledklok werkt uiteraard ook met binaire getallen, machten van 2: 1, 2, 4 en 8.

$$2^3 = 8 (= 2 \times 2 \times 2)$$

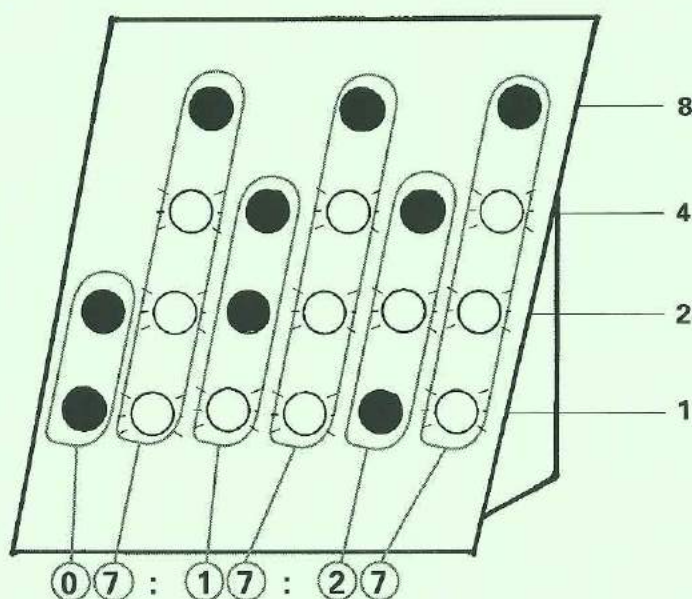
$$2^2 = 4 (= 2 \times 2)$$

$$2^1 = 2 (= 1 \times 2)$$

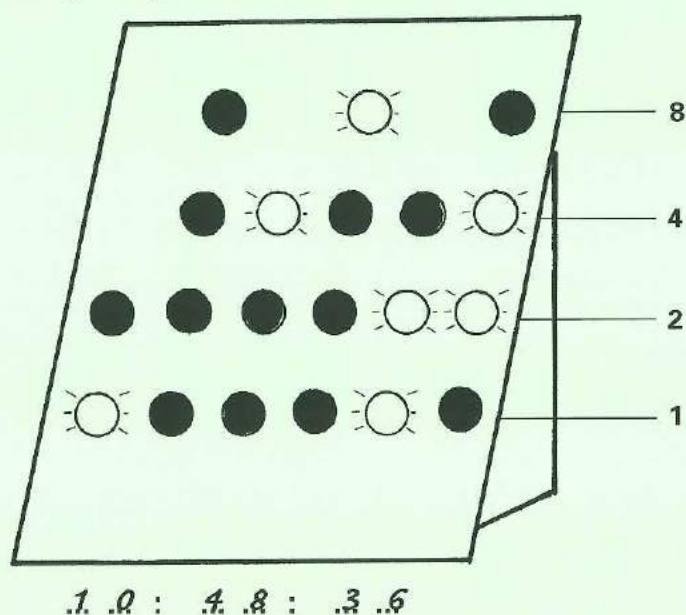
$$2^0 = 1$$

De machten van 2 lopen verticaal van laag naar hoog, van onder naar boven toegepast op 6 kolommen. De eerste twee kolommen betreffen het uur, de middelste twee kolommen de minuten en de laatste twee kolommen de seconden. Het brandende lampje geeft het juiste cijfer horizontaal aan.

In het voorbeeld 07 : 17 : 27 kun je de cijfers 1 en 2 direct horizontaal aflezen. Bij de andere cijfers branden er meestal 3 lampjes. Dan moet je een optelling maken om tot 7 te komen.



Vul de digitale cijfers van de Ledklok in.



13.5 Vragen en antwoorden

There are 10 kinds of people: Those who can count binary en those who can't.
Er zijn 10 soorten mensen: Mensen die binair kunnen tellen en mensen die dat niet kunnen.

- a. Waarom wordt hier 10 gebruikt? *Omdat 10 in het binaire talstelsel 2 betekent.*
- b. Eerst het tientallige of decimale talstelsel
1. Uit hoeveel verschillende cijfers bestaat het decimale/tientallige talstelsel? *10*
 2. Welke cijfers zijn dat? *0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 en 9*
 3. Wat is het grondtal van het decimale/tientallige talstelsel? *10*
 4. Wat is het grootst mogelijke getal per rang(orde)? *9*
 5. Vanaf welk getal moet je omwisselen in 1 (eenheid) van de net hogere rang(orde)? *10*
 6. Waarom wordt de naam 'decimaal' gebruikt? *In het Latijn betekent 'decem' tien; 'deci' in decimaal en 'decimus' betekent 'tiende'.*
 7. Waarom is december de 12^e en niet de 10^e maand van het jaar? *De 1e maand van het Romeinse kalenderjaar was maart.*
 8. Hoeveel keer wordt een cijfer groter als het een rang(orde) opschuift naar links? *10 keer*
 9. In welke richting moet je een cijfer opschuiven om het 10 keer te verkleinen? *naar rechts*
 10. Waarom is het decimale/tientallige talstelsel een positiestelsel? *De waarde van elk cijfer in een getal wordt bepaald door haar plaats, rang(orde) of positie in dat getal.*
 11. Waarom heeft het tientallige talstelsel het grondtal 10?
omdat we altijd groeperen per 10.
 12. Elke rang(orde) bestaat uit een macht van 10. Hoeveel is 10⁶? *1.000.000*
 13. Vul bij oefening 12 het grondtal *10* de exponent ⁶ en de macht *1.000.000*.
 14. Wat is de naam van die macht! *1 miljoen*
 15. Hoeveel nullen zitten er in 10¹²? *12*
 16. Zoek de naam op van die macht! *1 biljoen*
 17. De hoeveelste rang links van de E(enheid) staat de 1 in 10¹⁵? *de 15^e rang*
 18. Zoek de naam op van die macht! *1 biljard*
 19. Hoeveel factoren zitten er in 10¹⁸? *18*
 20. Zoek de naam op van die macht! *1 triljoen*

c. Het tweetallige of binaire talstelsel

1. Uit hoeveel verschillende cijfers bestaat het binaire/tweetallige talstelsel? *2*
2. Welke cijfers zijn dat? *0 en 1*
3. Wat is het grondtal van het binaire/tweetallige talstelsel? *2*
4. Wat is het grootste mogelijke getal per rang(orde)? *1*
5. Vanaf welk getal moet je omwisselen in 1 (eenheid) van de net hogere rang(orde)? *2*
6. Waarom wordt de naam 'binair' gebruikt? *In het Frans betekent 'binaire' tweevoudig, tweedelig, tweetallig...*
7. Hoeveel keer wordt een cijfer groter als het een rang(orde) opschuift naar links? *2 keer*
8. In welke richting moet je een cijfer opschuiven om het 2 keer te verkleinen? *naar rechts*
9. Waarom is het binaire/tweetallige talstelsel een positiestelsel? *De waarde van elk cijfer in een getal wordt bepaald door haar plaats, rang(orde) of positie in dat getal.*
10. Waarom heeft het tientallige talstelsel het grondtal 2?
omdat we altijd groeperen per 2
11. Elke rang(orde) bestaat uit een macht van 2. Hoeveel is 2^{10} ? *1.024*
12. Vul bij oefening 11 het grondtal *2* de exponent ¹⁰ en de macht *1.024* in.
13. De hoeveelste rang links van de E(enheid) staat de 1 in 2^6 ? *de 6e rang*
14. Hoeveel factoren zitten er in 2^9 ? *9*

13.6 Het 60-tallig talstelsel.

1 uur = <i>60</i> minuten	3 uur = <i>180</i> minuten	5 uur = <i>300</i> minuten
120 minuten = <i>2</i> uur	240 minuten = <i>4</i> uur	360 minuten = <i>6</i> uur
1 minuut = <i>60</i> seconden	4 minuten = <i>240</i> seconden	8 minuten = <i>480</i> seconden
120 seconden = <i>2</i> minuten	420 seconden = <i>7</i> minuten	300 seconden = <i>5</i> minuten

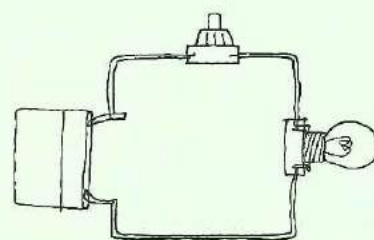
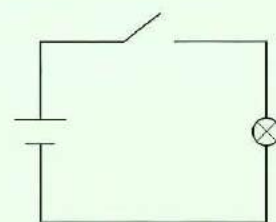
14. LOGISCHE POORTEN OF SCHAKELINGEN

14.1 De elektrische kringloop of stroomkring

Elektriciteit laten stromen doe je met een elektrische kringloop. Je hebt een schakelaar nodig als je zelf wilt beslissen wanneer de elektriciteit stroomt en wanneer niet. Met een schakelaar kun je de stroomkring openen of sluiten.

Via een stroomkring worden we ingeleid in de elektronicacomputer. Gebruik hiervoor een batterij, twee schakelaars en een lamp. Een stroomkring is een gesloten elektrisch circuit. Met gesloten wordt bedoeld dat er een weg is waarlangs de elektrische stroom in staat is om vanuit één pool van de bron terug te keren naar de andere bron.

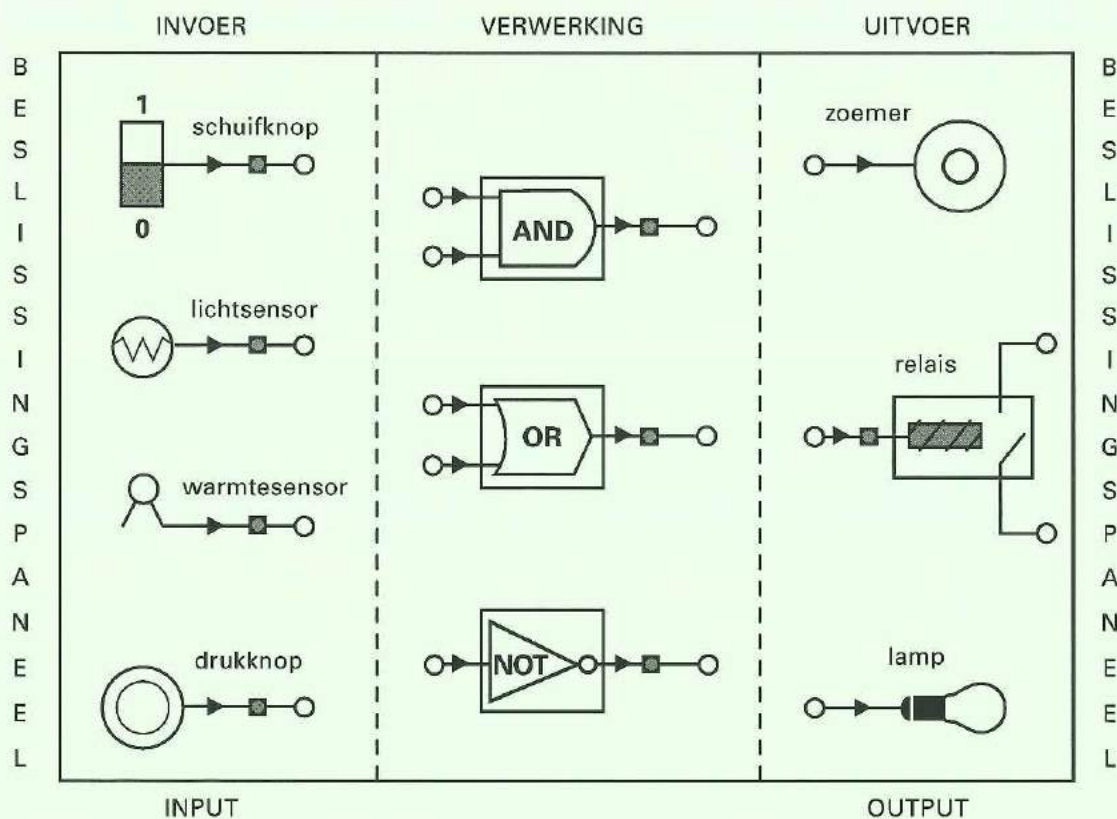
Door bijvoorbeeld een lichtschakelaar te sluiten ontstaat een stroomkring vanuit het lichtnet via de lichtschakelaar, de bedrading en de lamp. Er loopt een stroom. De stroom loopt van plus naar min. De elektronen lopen in de tegenovergestelde richting van - naar +.



Beslissen met logische poorten/gates

Nu kun je gaan spelen met het wel en niet doorlaten van stroom. Op het beslissingspaneel zie je hoe dat gaat. Je hebt links de invoer en rechts de uitvoer. Met elektriciteitsdraad kun je verbindingen maken, bijvoorbeeld tussen de schuifknop en de zoemer, tussen de lichtsensor/warmtesensor en het relais (elektrische schakelaar, stroomsluiter), tussen de drukknop en de lamp. Druk je op de knop dan brandt de lamp. Dus ofwel vloeit de stroom, ofwel niet.

Bij de invoer kun je met een sensor of schakelaar de stroomkring openen of sluiten. Sensoren reageren op licht of warmte. Druk- en schuifknoppen moet je zelf bedienen. Een zoemer, een relaisschakelaar en een lamp zorgen voor de uitvoer.



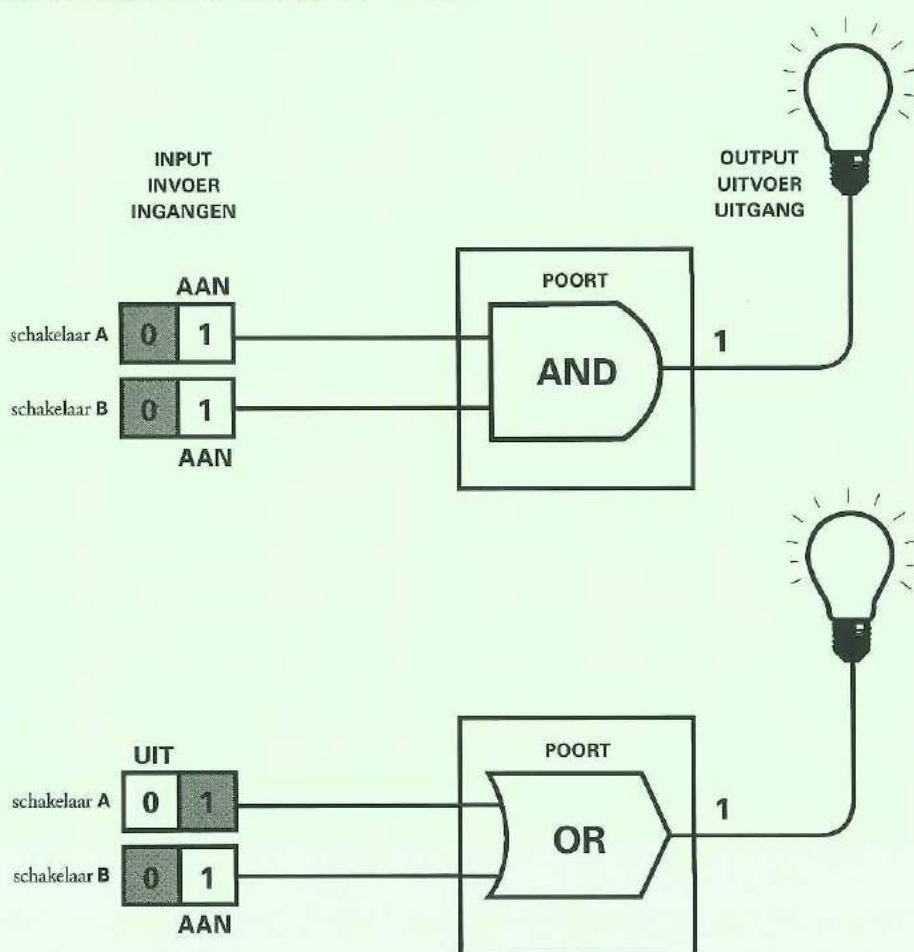
14.2 De computer

Een computer verwerkt en slaat gegevens op door middel van elektrische, magnetische en optische signalen. Dat kunnen er maar twee zijn: geen stroom (de waarde 0) of wel stroom (de waarde 1). Hij zet dus lange reeksen met nullen en cijfers een om in beelden, letters en tekens. Hoe die verwerking gebeurt, of een signaal doorgaat of niet, beslissen de (logische) poorten: bijvoorbeeld de AND-, de OR-, de NOT- en de XOR-poort.

De logische poorten zijn de bouwstenen van de hedendaagse computerlogica.

De computer is een apparaat waarin elektronische schakelingen zitten, die op basis van ontvangen stroompjes/pulsen, op een bepaalde manier kunnen reageren.

Elektronische computers werken op basis van elektriciteit, waarbij de cijfers 0 en 1 elektrisch beschreven kunnen worden als 'aan' of 'uit'.



De logische poorten of componenten worden verder in de tekst besproken.

Bovenaan staat schakelaars A en B aan (= 1) en geeft via de AND-poort een signaal (= 1).

Onderaan staat schakelaar A uit (= 0) en schakelaar B aan (=1) en geeft via de OR-poort een signaal (= 1).

Door het uitvoeren van opdrachten leer je hoe een computer kan optellen en onthouden via digitale schakelingen (poortschakelingen). Zo neem je een kijkje in de wereld van computer-elektronica en logica.

14.3 Verschillende betekenissen van signalen

SIGNAAL	GEEN SIGNAAL
1	0
wel stroom/spanning (genoeg) *	(weinig of) geen stroom/spanning*
geladen	niet-geladen
5 volt/5V (≥ 4 volt *)	0 volt/0V ($\leq 0,5$ volt*)
puls	non-puls
hoog	laag
waar (true)	onwaar/niet waar (false)
aan	uit
ja	nee
gesloten/dicht	open

* De verschillen tussen de terminologie en de bergippen *spanning, stroom, vermogen, weerstand, volt, ampère, watt, en ohm* leer je wel in het secundair/voortgezet onderwijs.

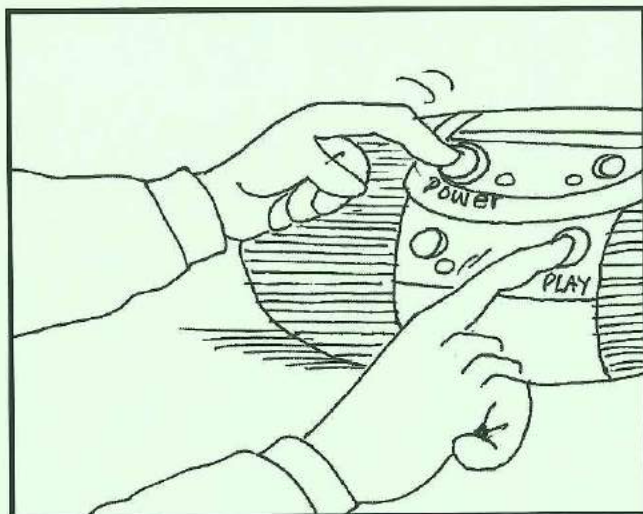
Waarom binair werken?

Er is signaal 1 als er stroom is, bijvoorbeeld 5 volt. Er is signaal 0 als er geen stroom is, dus 0 volt. Die voltages kunnen schommelen. Er kunnen storingen voorkomen door andere apparaten in de buurt. Wat gebeurt er als de stroom 4V is in plaats van 5V? De computer denkt dan dat 4V nog altijd dichterbij 5V ligt dan bij 0V en zal signaal 1 geven. Ondanks de storingen is alles nog in orde.

Werk bijvoorbeeld in een 6-tallig talstel. Dan heb je bijvoorbeeld als voltage 0V, 1V, 2V, 3V, 4V, 5V. Wat gebeurt er nu als de stroom 4V in plaats van 5V? Dan zijn er verkeerde gegevens, want de computer zal dat echt als 4V beschouwen. De berekeningen zullen dan fout zijn, wat moet vermeden worden.

In het binaire talstelsel heb je veel minder risico's, veel minder kans op dergelijke problemen. Daar liggen de waarden 0V en 5V veel verder uit elkaar.

14.4 De AND-poort



De AND-poort heeft twee ingangen (links) en moet via **beide** ingangen stroom krijgen om (rechts) stroom door te geven. Net zoals je CD pas begint te spelen als je de power-knop van je installatie **EN** de play-knop hebt ingedrukt.

De AND-poort verwerkt dus 2-bits signalen. Alleen als het 1^e en het 2^e signaal een 1 is, is de uitgang een 1. Het signaal 1 en het signaal 0 aan de ingang resulteren in een 0 aan de uitgang.

De waarheidstabel bij een AND-poort

Er wordt gesproken van een waarheidstabel omdat een **hoog signaal** (= 1) als **WAAR** (true) en **laag signaal** (= 0) als **niet waar** (false) wordt aangeduid.

Het resultaat van de uitgang wordt verkregen door het product te maken van de 2 signalen bij de ingang.

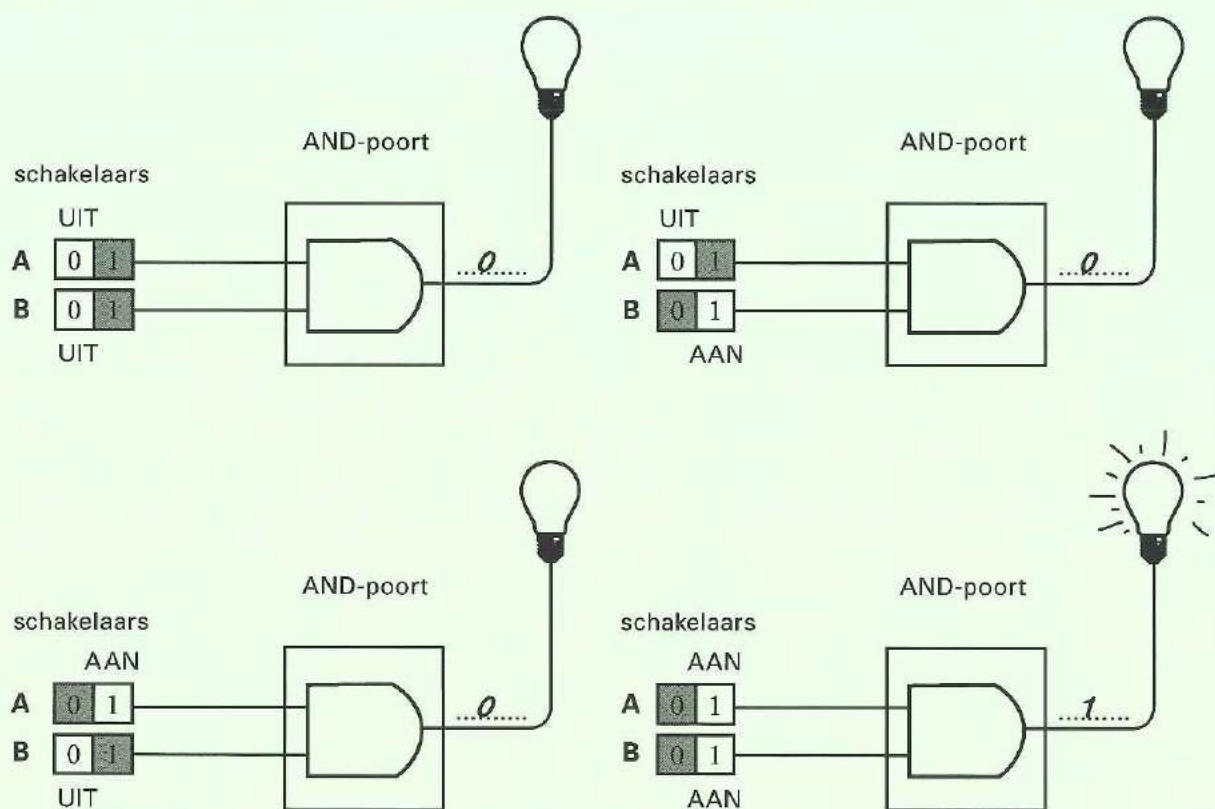
AND-poort		
INPUT		OUTPUT
A	B	A AND B
schakelaar A	schakelaar B	lamp
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

0 betekent geen stroom, 1 wel stroom.

De lamp brandt (= 1) alleen als de twee schakelaars A en B aan staan.

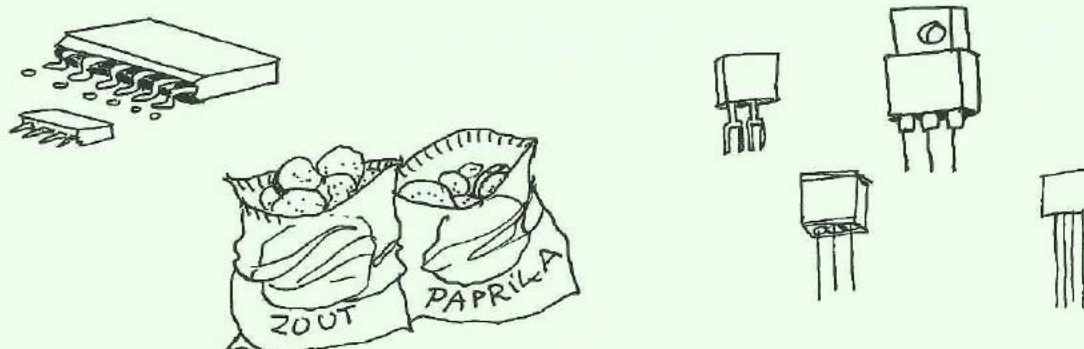
De AND-poort (AND is het Engelse woord voor EN) geeft slechts een 1 als uitvoer als alle invoer een 1 is.

- Kleur de brandende lamp(en) geel.
- Vul op de stippellijn de output 0 of 1 in!

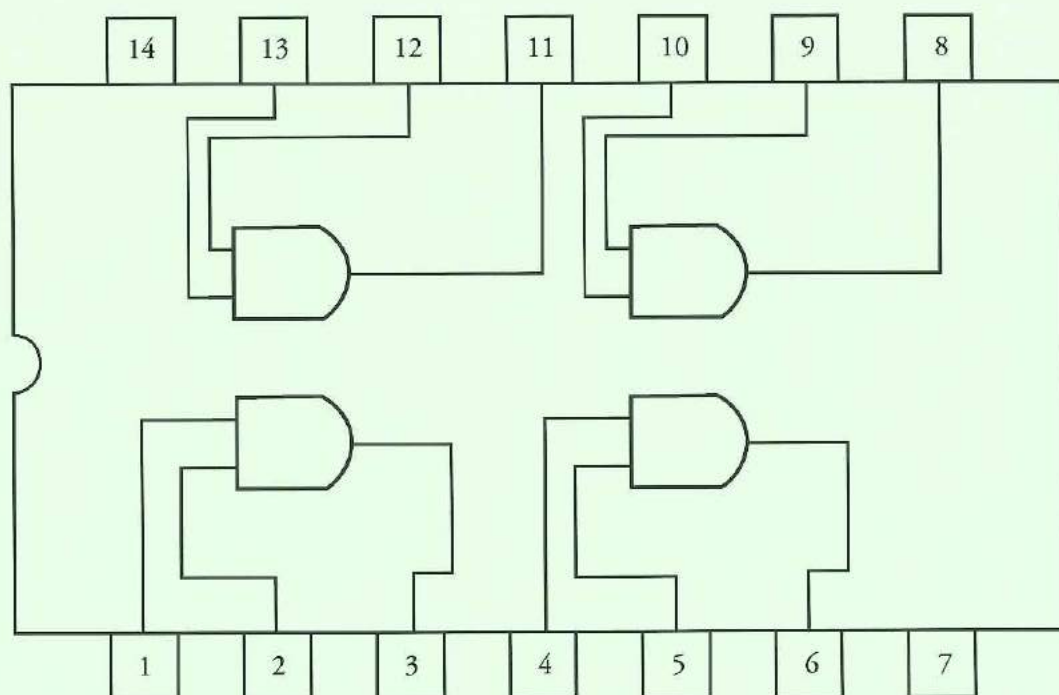


De AND-poort kan in een elektrisch schema met een batterij, twee schakelaars en een gloeilamp worden weergegeven. De voorstelling is uitsluitend bedoeld om inzicht te krijgen in de werking van de AND-poort. In werkelijkheid werkt de poort met twee transistors.

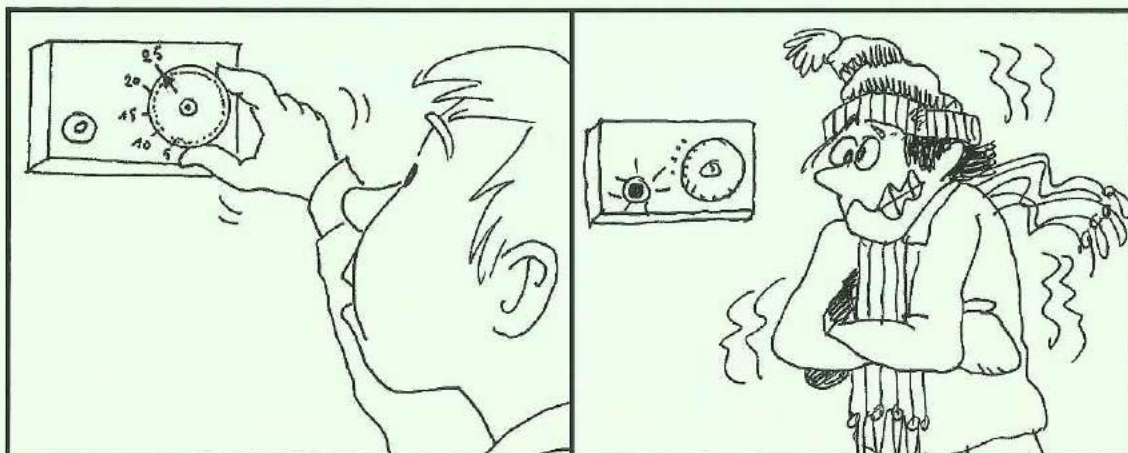
De transistor is de belangrijkste actieve halfgeleider binnen de elektronica. Dit apparaatje, een klein elektronisch onderdeel met minstens drie aansluitingen, dient vooral om elektronische signalen te versterken of te schakelen. De transistor is de fundamentele bouwsteen van computers en vele andere elektronische apparaten. Soms worden transistors gebruikt als afzonderlijke component, maar hoofdzakelijk komen ze voor als onderdeel van geïntegreerde schakelingen (IC's). IC's (soms ook chips genoemd) zijn opgebouwd met (soms miljarden) transistors als basis.



Poorten worden echter niet meer met losse transistors gebouwd. Op de tekening hieronder (IC7408) zie je dat er complete bouwstenen worden gebruikt met bijvoorbeeld 4 AND-poorten. Dus in werkelijkheid is een AND-poort niets anders dan twee aan elkaar geschakelde transistors. In een Pentium 4 processor met een kloksnelheid van 1,5 GHz zitten 42 miljoen transistors.



14.5 De OR-poort



De OR-poort heeft twee ingangen (links) en een uitgang (rechts). Deze poort laat stroom door zodra ze minstens één keer stroom krijgt. Dat stel je vast bij de verwarming die aanslaat als de thermostaat merkt dat het te koud wordt OF als je ze met de knop aan zet.

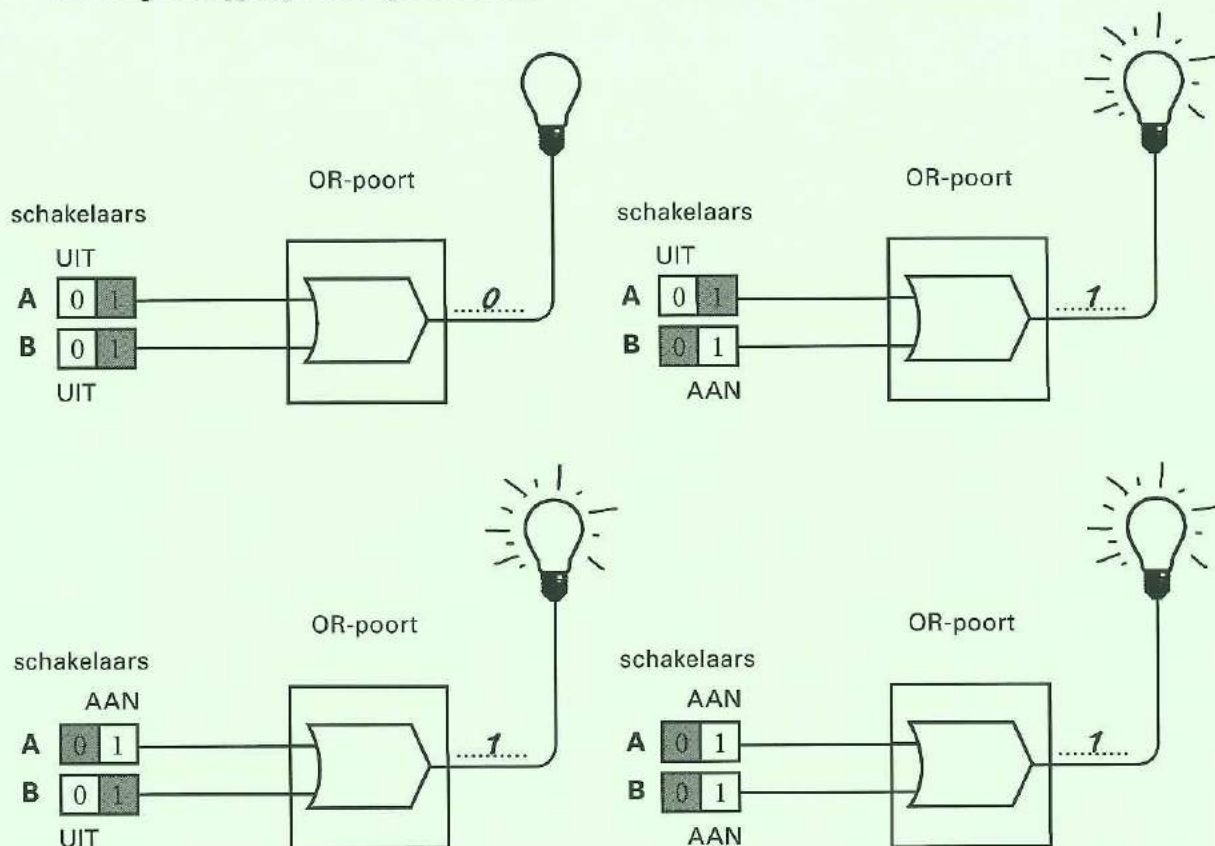
De OR-poort verwerkt 2-bits signalen. Als de 1^e of (en) het 2^e signaal een 1 is, is de uitgang een 1. Het resultaat van de uitgang wordt verkregen door de som te maken van de 2 signalen bij de ingang.

De waarheidstabel bij een OR-poort

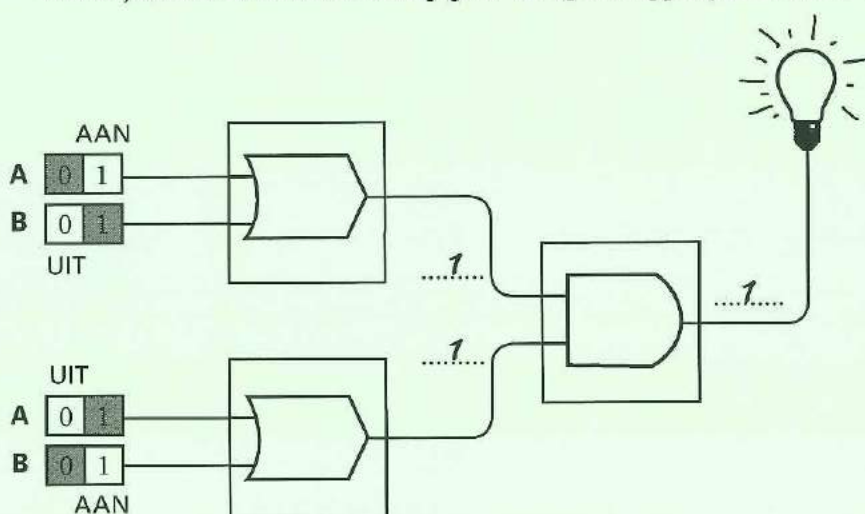
OR-poort		
INPUT		OUTPUT
A	B	A OR B
schakelaar A	schakelaar B	lamp
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

De OR-poort (OR is het Engelse woord voor OF), geeft een 1 als minimaal één van de ingangen ook een 1 is.

- a. Kleur de brandende lamp(en) geel.
b. Vul op de stippellijn de output 0 of 1 in!



- c. Brandt de lamp? Ja of nee? **Ja!**
Indien ja, kleur de brandende lamp geel. Vul op de stippellijn telkens de output 0 of 1 in!



14.6 De NOT-poort



De NOT-poort zet het signaal dat ze ontvangt tegenovergesteld om. Krijgt ze stroom, dan geeft ze geen stroom door en omgekeerd. Als een chauffeur uitstapt terwijl zijn lichten nog branden, klinkt een waarschuwingssignaal. Een drukknop in het portier van de auto is via een NOT-poort aan een AND-poort geschakeld en een lichtsensor in de koplampen is met de andere AND-ingang verbonden. De drukknop geeft pas een signaal als hij NIET is ingedrukt en dus klinkt het piepgeluidje als de deur opengaat EN de lichten branden.

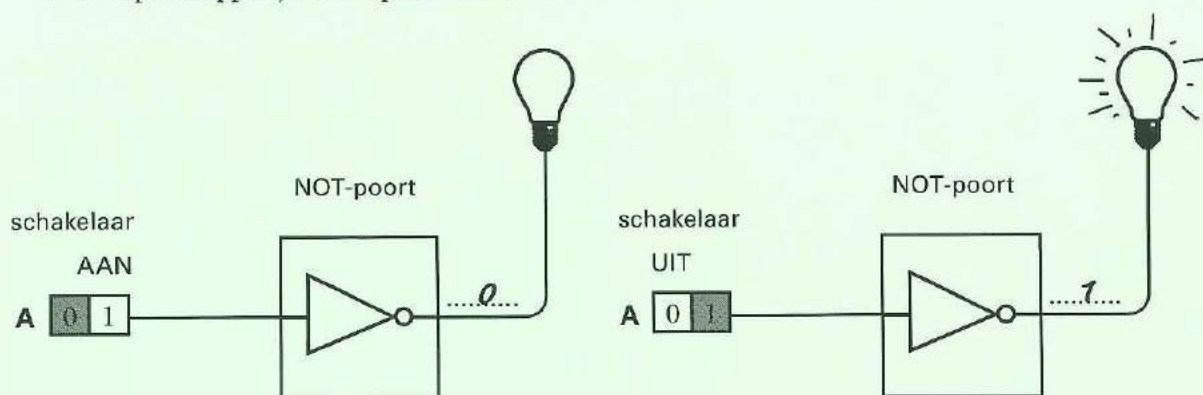
Er is 1 ingang en 1 uitgang. De NIET-poort zet het signaal 0 om in 1 en het signaal 1 in 0.

De waarheidstabel bij een NOT-poort:

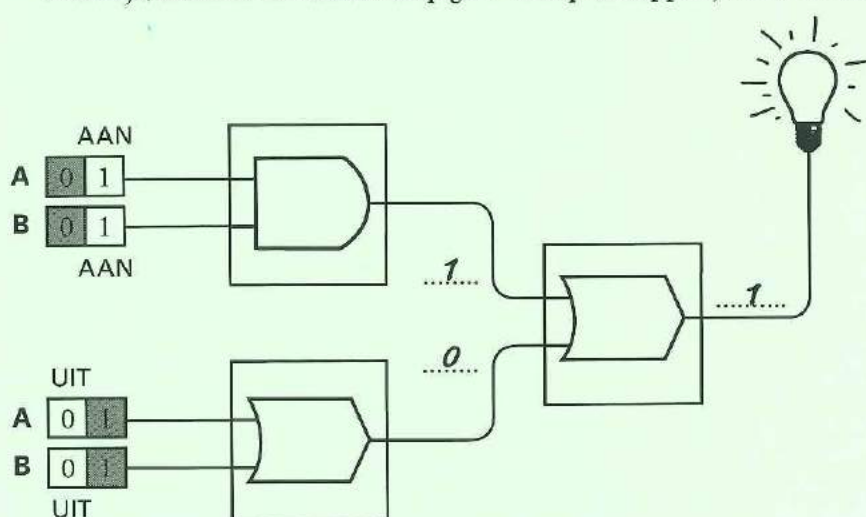
OR-poort	
INPUT	OUTPUT
A	NOT A
schakelaar	lamp
1	0
0	1

De NOT-poort (NOT is het Engelse woord voor NIET), ook invertor genoemd, zet een signaal tegenovergesteld om: 1 wordt 0 en omgekeerd 0 wordt 1. Deze poort heeft slechts 1 invoer.

- Kleur de brandende lamp(en) geel.
- Vul op de stippellijn de output 0 of 1 in!



- Brandt de lamp? Ja of nee? **Ja!**
Indien ja, kleur de brandende lamp geel. Vul op de stippellijn telkens de output 0 of 1 in!



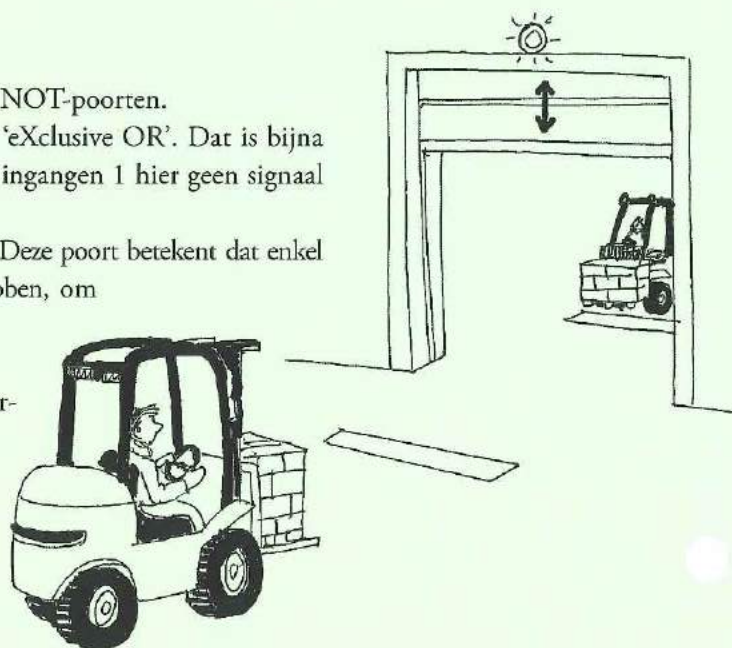
14.7 De XOR-poort

Ook bij de computer zijn er AND-, OR- en NOT-poorten.

Belangrijk is de XOR-poort. Dat komt van 'eXclusive OR'. Dat is bijna hetzelfde als de OR-poort, behalve dat twee ingangen 1 hier geen signaal geven.

De XOR-poort heeft eveneens twee ingangen. Deze poort betekent dat enkel één van de twee ingangen signaal 1 moet hebben, om een output van 1 te hebben.

Een voorbeeld van een XOR-poort is het werken met een vorkheftruck of een laadplatform, waarbij de voertuigen door eenzelfde automatische poort moeten. Als één vorklift over de in de vloer ingewerkte druksensor rijdt, gaat de poort open. Als er tegelijk ook een vorkheftruck over de druksensor rijdt langs de andere kant van de poort, blijft of gaat de poort dicht.



De XOR-poort verwerkt 2-bits signalen en geeft alleen 1 als één van de ingangen waar is.

Bijvoorbeeld: de **waarheidstabel** bij een **XOR-poort**.

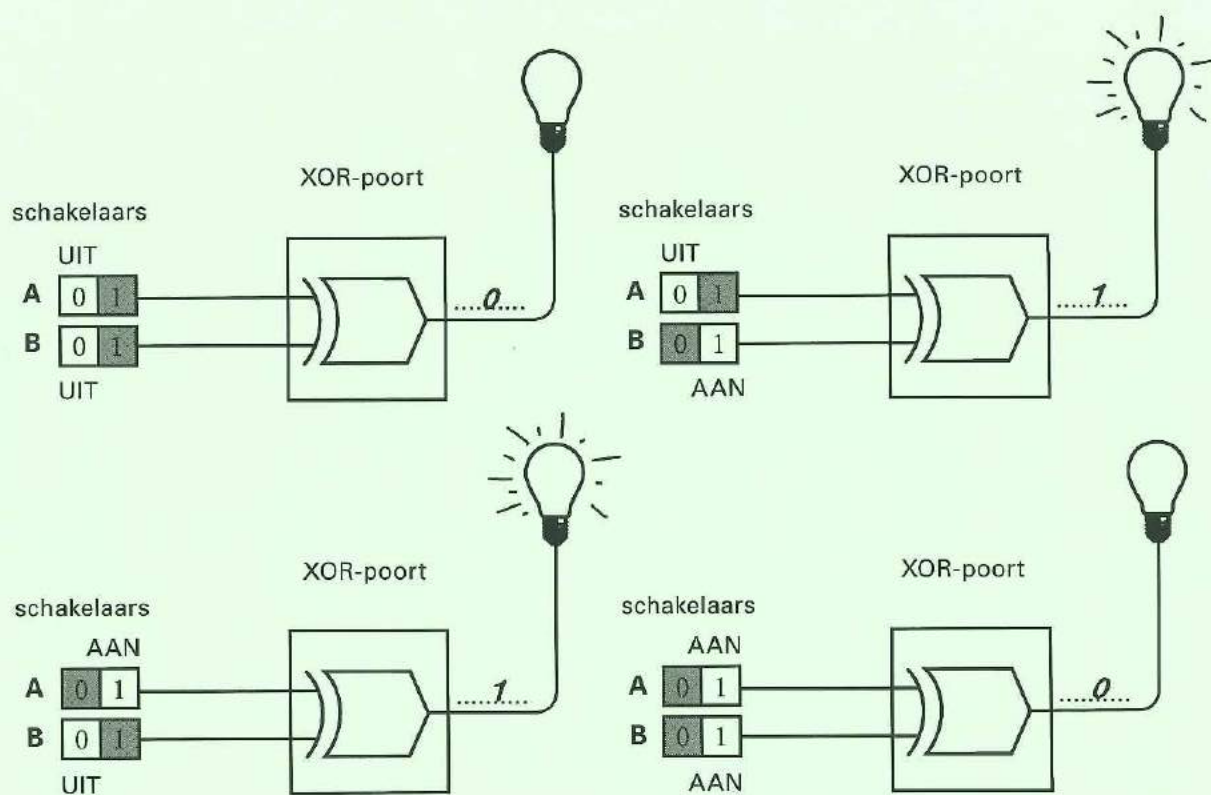
XOR-poort		
INPUT		OUTPUT
A	B	A XOR B
schakelaar A	schakelaar B	lamp
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

De XOR-poort komt van eXclusive OR of EXOR. De XOR-poort geeft alleen 1 als één van de ingangen waar is.

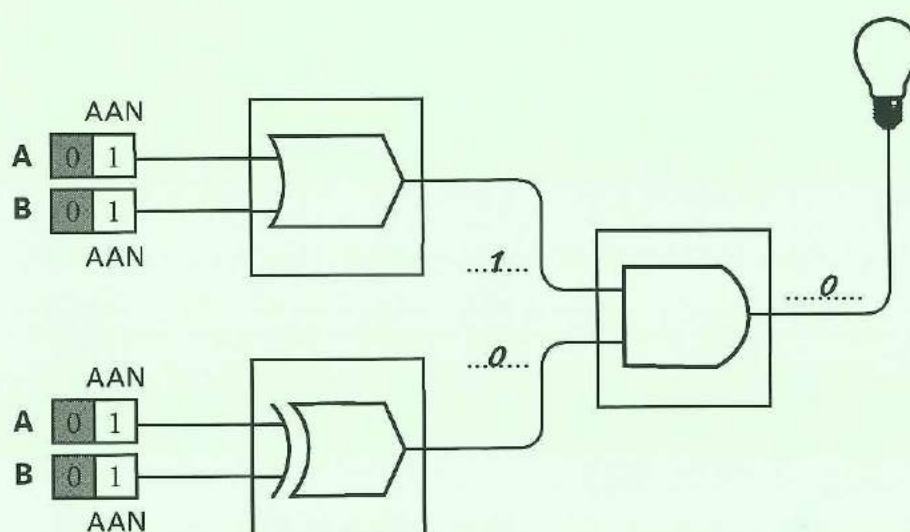
Bij tweemaal input 1 ($1 + 1$) bekom je het binair getal 10 (twee), waarbij de 0 uiterst rechts wordt geschreven en de 1 wordt overgebracht naar de volgende rang. Die overdracht heet 'carry' van 'to carry' (dragen, overbrengen naar de volgende rang).

De XOR is verwant met de OR.

- a. Kleur de brandende lamp(en) geel.
b. Vul op de stippellijn de output 0 of 1 in!



- c. Brandt de lamp? Ja of nee? **Nee!**
Indien ja, kleur de brandende lamp geel. Vul op de stippellijn telkens de output 0 of 1 in!



14.8 De NAND-poort

De NAND-poort is de poort waarvan de werking het tegengestelde is van de werking van de AND-poort.

Een voorbeeld van een NAND-poort is de werking van het licht in de hall van een appartementsgebouw. Als het buiten licht is én als de deur tegelijkertijd vast is, is het licht uit of gaat het licht uit. Als het buiten donker is en als de deur los is, gaat het licht aan.

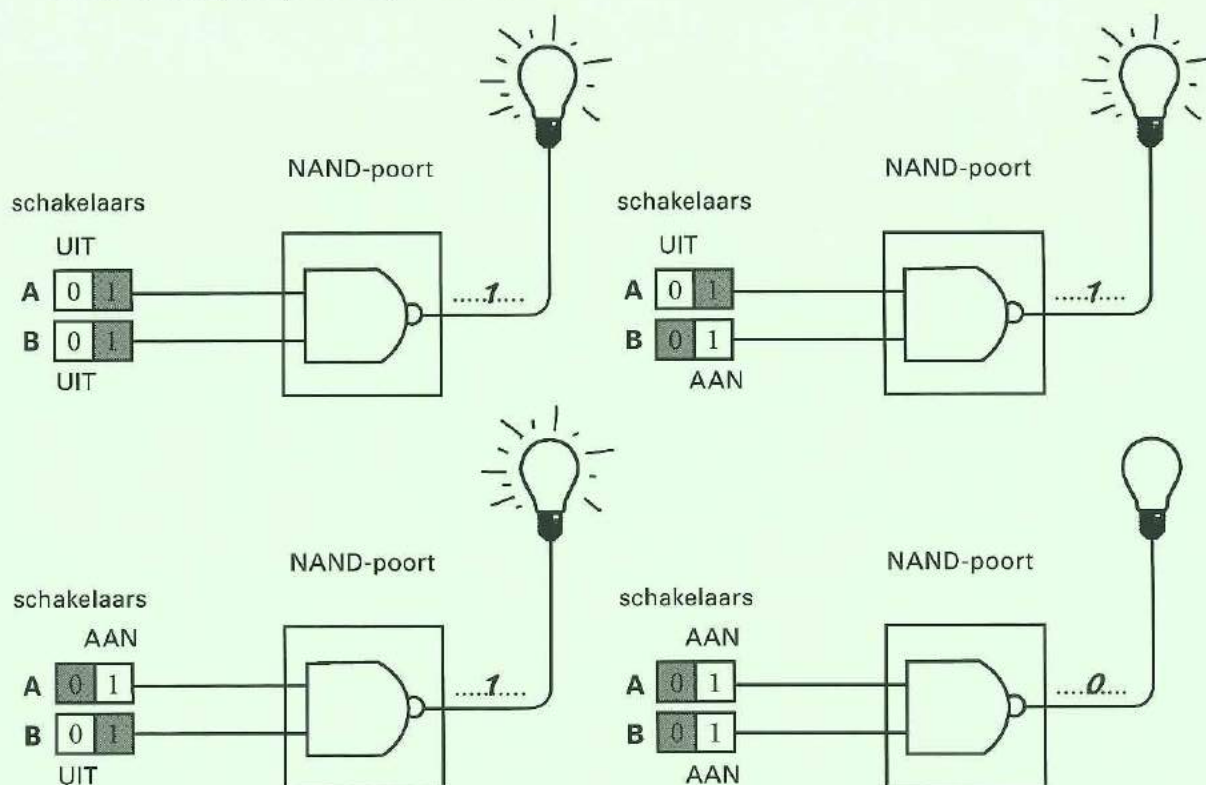


AND-poort		
INPUT		OUTPUT
A	B	A AND B
schakelaar A	schakelaar B	lamp
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

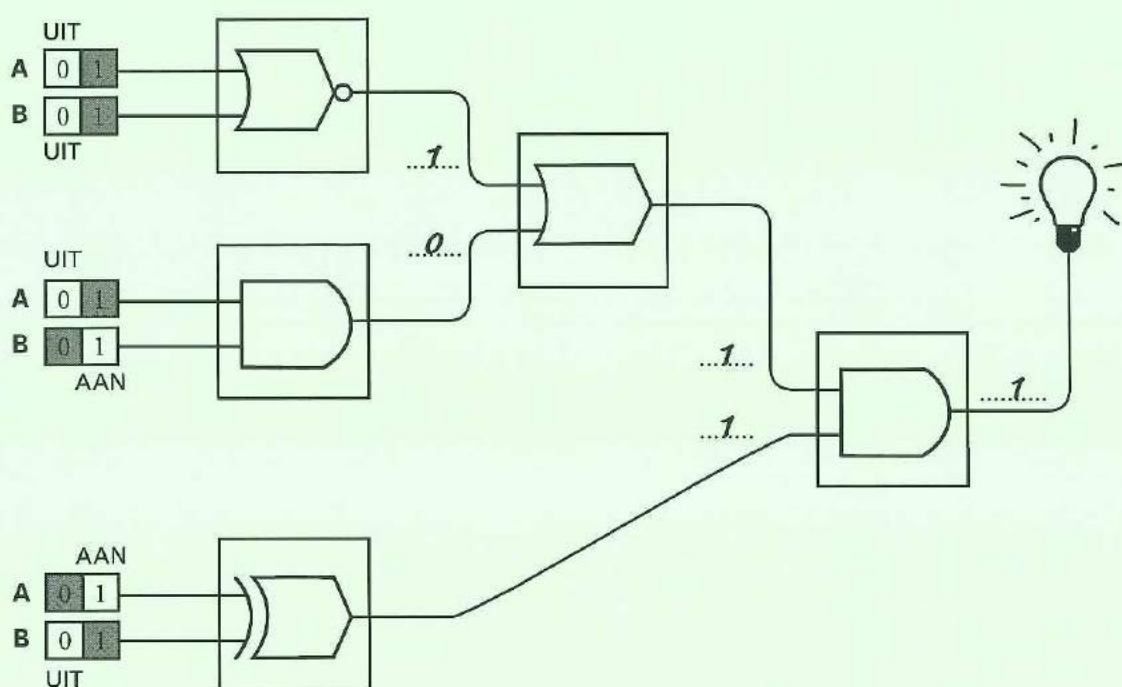
NAND-poort		
INPUT		OUTPUT
A	B	A NAND B
schakelaar A	schakelaar B	lamp
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

De NAND-poort komt van NotAND (niet EN), ook wel NEN-poort genoemd, geeft een 1 als er minimaal één keer invoer 0 is.

- a. Kleur de brandende lamp(en) geel.
b. Vul op de stippellijn de output 0 of 1 in!

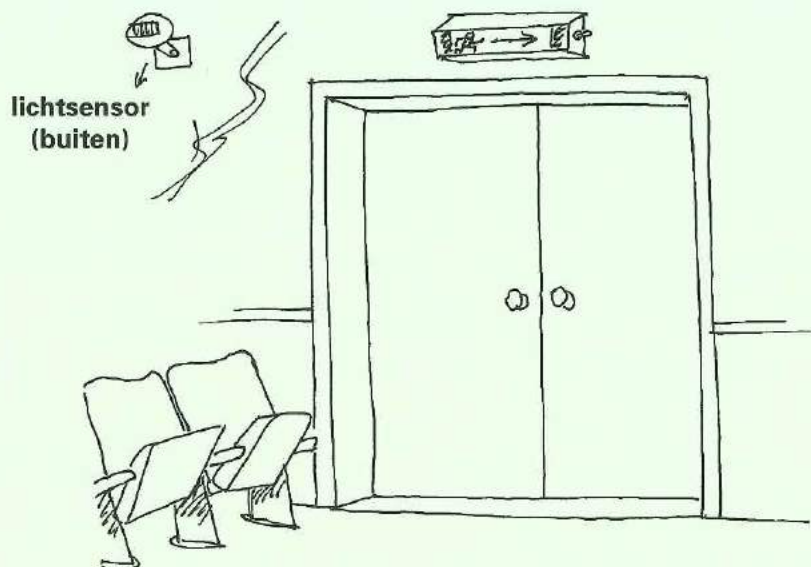


- c. Brandt de lamp? Ja of nee? **Ja!**
Indien ja, kleur de brandende lamp geel. Vul op de stippellijn telkens de output 0 of 1 in!



14.9 De NOR-poort

De NOR-poort is een poort waarvan de werking het tegengestelde is van de werking van de OR-poort.



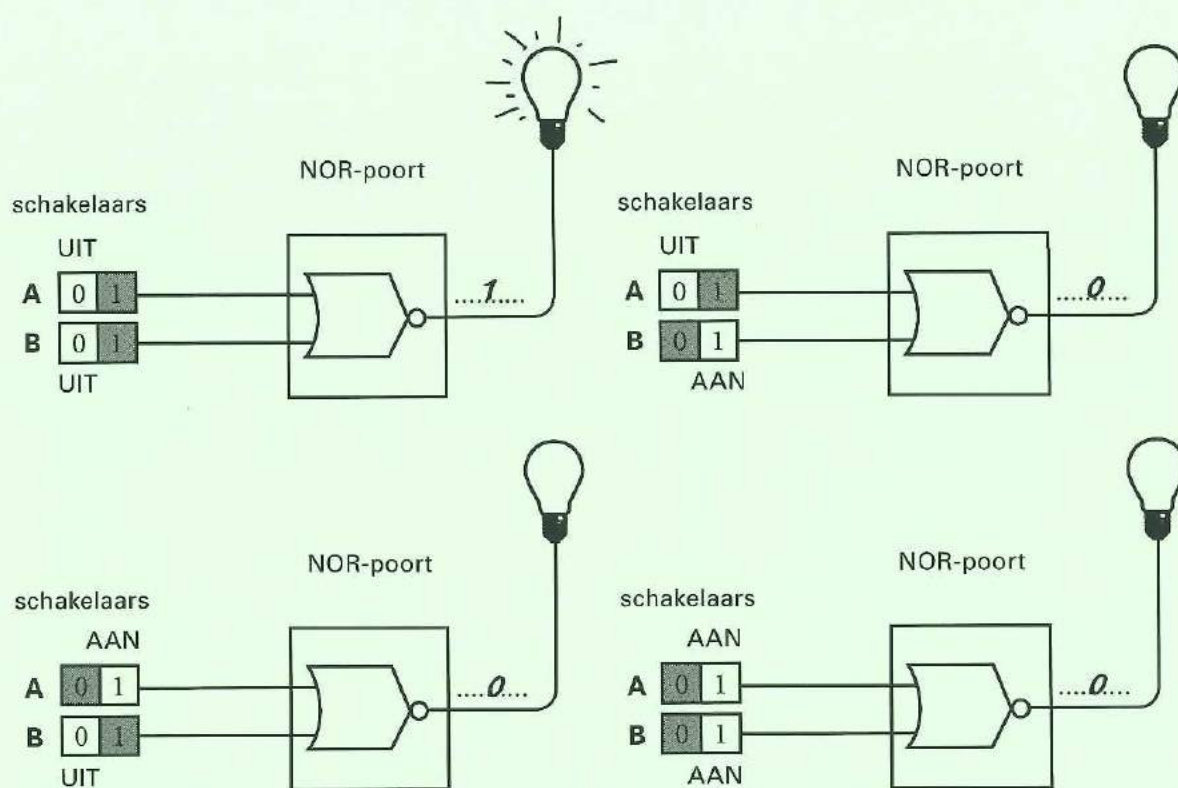
Een voorbeeld van een NOR-poort is de werking de noodverlichting als het licht in de bioscoopzaal uit is. Als het buiten donker is EN het licht in de bioscoopzaal uit is, brandt de noodverlichting.

OR-poort		
INPUT		OUTPUT
A	B	A OR B
schakelaar A	schakelaar B	lamp
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

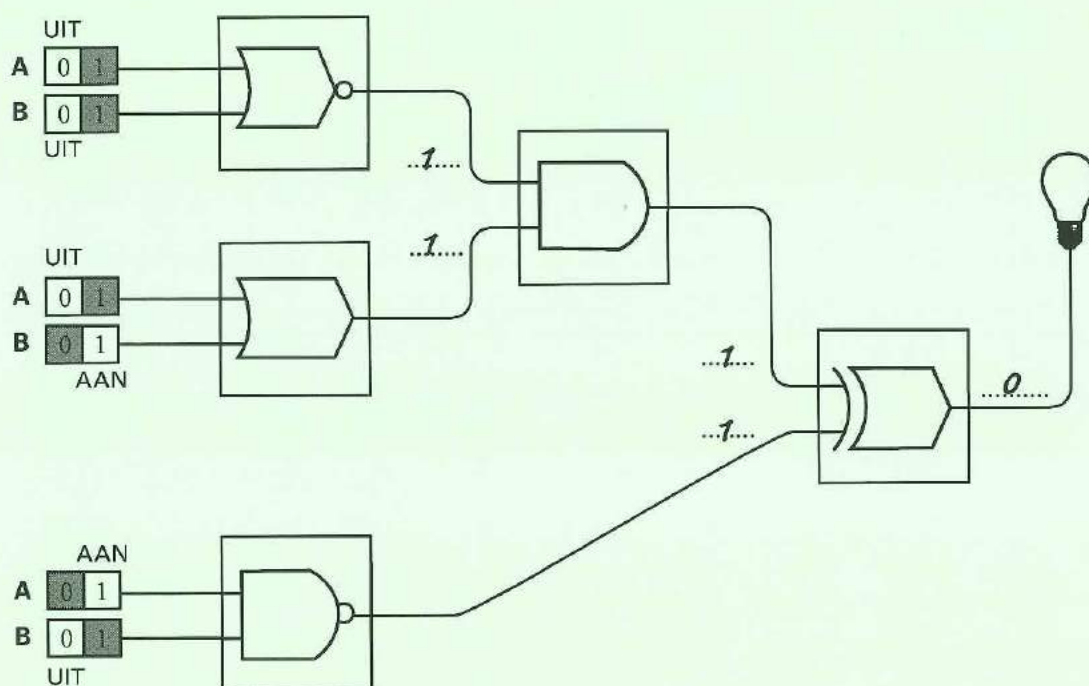
NOR-poort		
INPUT		OUTPUT
A	B	A NOR B
schakelaar A	schakelaar B	lamp
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

De NOR-poort komt van NotOR (niet OF), ook wel NOF-poort genoemd, geeft een 1 alleen als beide ingangen nul zijn.

- a. Kleur de brandende lamp(en) geel.
b. Vul op de stippeliijn de output 0 of 1 in!

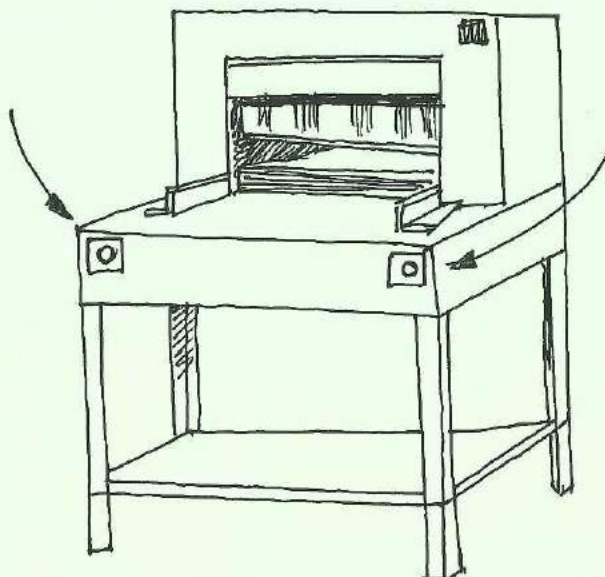


- c. Brandt de lamp? Ja of nee? **Nee!**
Indien ja, kleur de brandende lamp geel. Vul op de stippeliijn telkens de output 0 of 1 in!



14.10 De XNOR-poort

De XNOR-poort is een poort waarvan de werking het tegengestelde is van de werking van de XOR-poort.



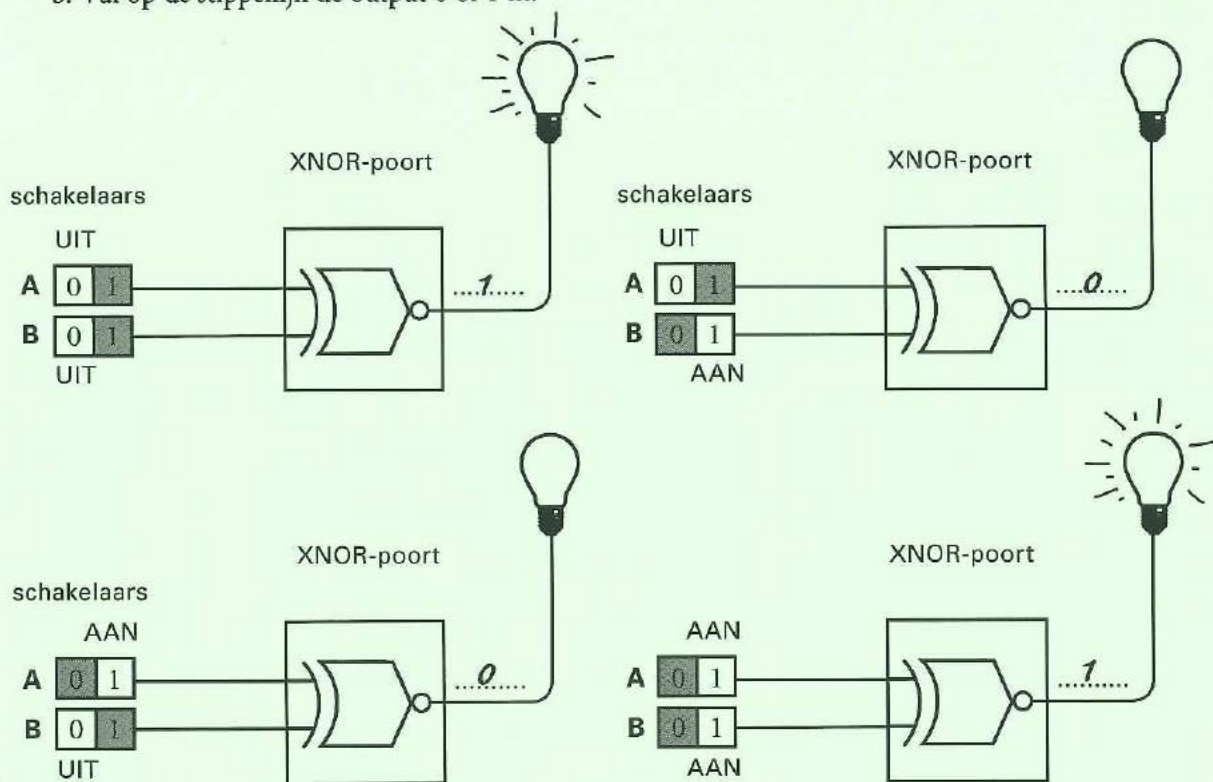
Een voorbeeld van een XNOR-poort is de werking van de papiersnijmachine.
Druk altijd twee schakelaars tegelijk in. Zo kun je je handen niet onder het mes steken.

XOR-poort		
INPUT		OUTPUT
A	B	A XOR B
schakelaar A	schakelaar B	lamp
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

XNOR-poort		
INPUT		OUTPUT
A	B	A XNOR B
schakelaar A	schakelaar B	lamp
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

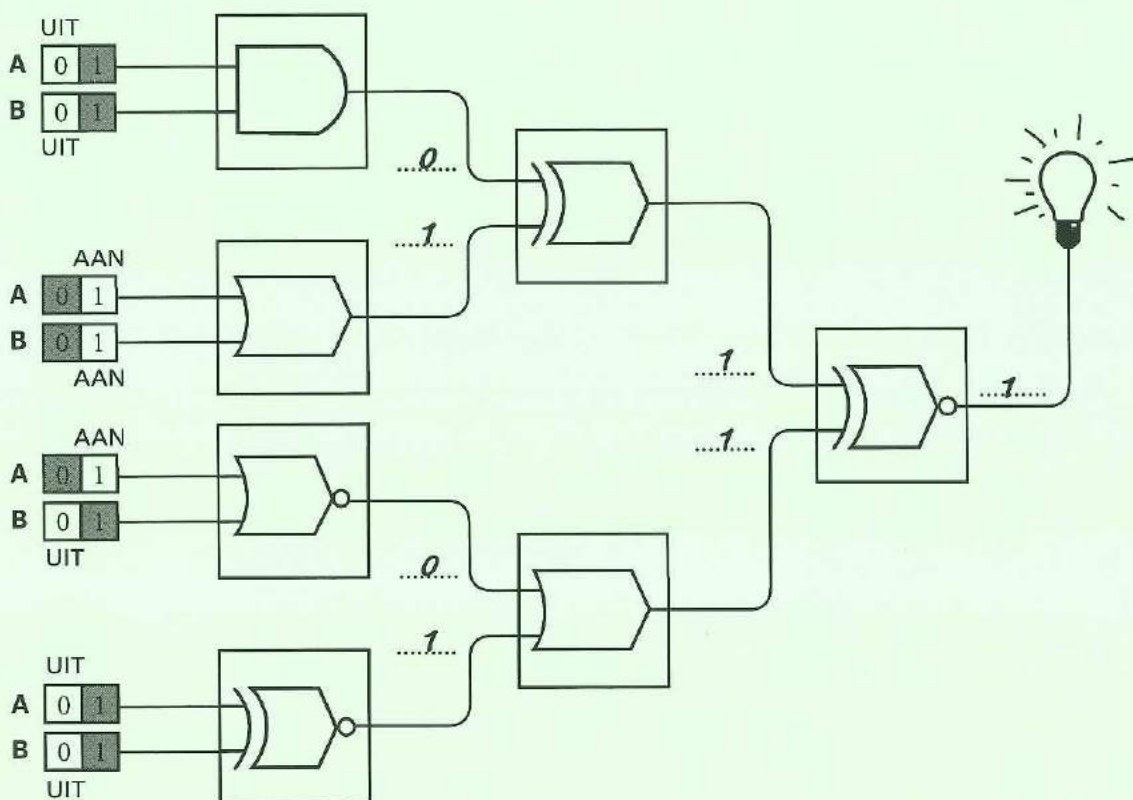
De XNOR-poort, de poort met de tegengestelde werking van de XOR-poort, kijkt of beide invoerwaarden gelijk zijn. Alleen dan is de uitgang 1.

- a. Kleur de brandende lamp(en) geel.
b. Vul op de stippellijn de output 0 of 1 in!



- c. Brandt de lamp? Ja of nee? **Ja!**

Indien ja, kleur de brandende lamp geel. Vul op de stippellijn telkens de output 0 of 1 in!



14.11 Samenvatting van de logische poorten

De poorten bevinden zich tussen de invoer/input/ingang(en) en de uitvoer/output/uitgang.

De N, bijvoorbeeld in NAND, NOR en XNOR is telkens het tegengestelde van AND, OR en XOR.

AND en NAND, OR en NOR, XOR en XNOR vormen samen alle mogelijkheden:

0 0 – 0 1 – 1 0 en 1 1

		uitvoer – uitgang – output telkens 1 (behalve NOT-poort)
AND-POORT	EN	alle invoer 1: 1 1
		waar als A en B tegelijk waar zijn
OR-POORT	OF	minstens één van de ingangen 1: 0 1 – 1 0 – 1 1
		waar als A of B, of beide waar zijn
NOT-POORT	NIET	één invoer → uitgang omgekeerd: 1 → 0; 0 → 1
		de tegengestelde waarde van A
NAND-POORT	NEN	minstens één van de ingangen 0: 0 0 – 0 1 – 1 0
		waar als A en B niet tegelijk waar zijn
NOR-POORT	NOF	alle invoer 0: 0 0
		waar als A noch B waar zijn
XOR-POORT	EXOF	alleen één van de ingangen 1: 0 1 – 1 0
		waar als slechts één van de waarden A en B waar zijn
XNOR-POORT	EXNOF	beide invoerwaarden gelijk: 0 0 – 1 1
		waar als A en B tegelijk dezelfde waarde hebben

Logische schakelingen worden tegenwoordig zo goed als altijd met transistors uitgevoerd, omdat die klein, snel en energiezuinig zijn. Maar het kan ook met relais, zoals de eerste computers bewezen, of puur mechanisch.

TIP!

Je kunt deze poorten en schakelingen testen met paneeltjes die aanwezig zijn voor de lessen technologische opvoeding in de secundaire scholen.

Ga naar <http://www.technopolis.be> (online – varia – logische schakelingen)

15. BITS EN BYTES

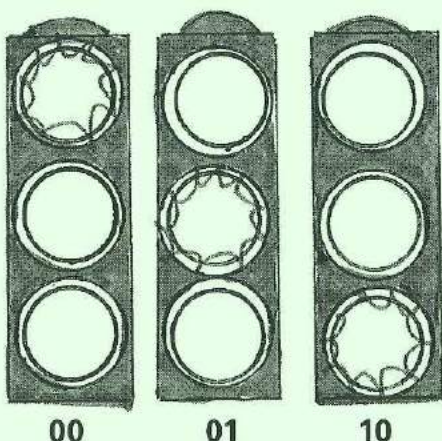
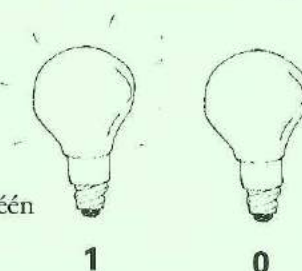
Een bit is de kleinste eenheid van informatie of geheugencel, namelijk een symbool of signaal dat twee waarden kan aannemen: aan of uit, ja of nee, hoog of laag, geladen of niet geladen. Het binaire stelsel stelt deze waarden voor met 1 en 0.

Het woord bit is een samentrekking van de Engelse woorden 'binary' (binair, tweetallig) en 'digit' (cijfer, getal).

Daar zit een woordspeling in, want bit betekent ook beetje of hapje. De term werd in 1947 bedacht door statisticus John Turkey en een jaar later voor het eerst gebruikt door Claude Shannon, de geestelijke vader van de informatietheorie.

De toestand waarin een lamp zich kan bevinden (aan en uit) kan met behulp van 1 bit uitgedrukt/opgeslagen worden. Hierbij is bijvoorbeeld 0 = uit en 1 = aan.

De informatie van deze twee toestanden kan samengevat worden in één bit.



De toestand van een normaal functionerend verkeerslicht (rood, oranje of groen) kan met behulp van 2 bits worden weergegeven: bijvoorbeeld 00 (= rood), 01 (= oranje) en 10 (= groen).

Om een signaal met 9 verschillende mogelijke waarden weer te geven, zijn 4 bits nodig (0001, 0010, 0011, 0100, 0101, 0110, 0111, 1000, 1001).

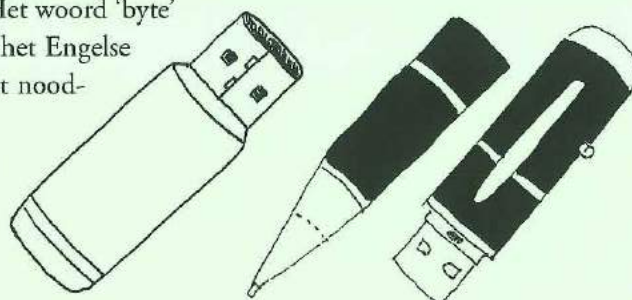
De afkorting van bit is de kleine letter b (bijvoorbeeld in kbps), niet te verwarren met de afkorting voor byte, dat is de hoofdletter B.

Een byte is het kleinste adresseerbare gedeelte van een computergeheugen. Het is immers niet mogelijk om minder dan één byte tegelijk naar een computergeheugen te schrijven of daaruit te lezen. Het is de grootte waarmee een computer iets uit het geheugen haalt.

Bij de meeste moderne computers bestaat een byte uit 8 bits, maar dat is niet bij alle computers het geval.

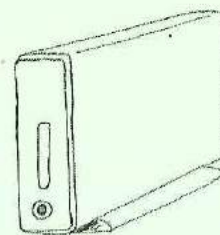
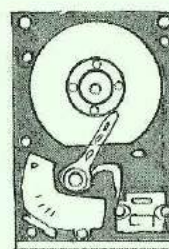
Het woord 'byte' is een aanpassing van het woord 'bite' (hapje, beetje) om verwarring met bit te voorkomen. Het woord duidt op een 'hapje' vol bits. Het Engelse woord 'nibble' (kleine hapjes nemen van) heeft dezelfde woordherkomst. Het woord 'byte' kan ook staan voor de samentrekking van het Engelse 'by eight' (per acht), alhoewel een byte niet noodzakelijk uit 8 bits hoeft te bestaan.

Meestal wordt de grootte uitgedrukt in byte, kilobyte, megabyte of gigabyte. Op een harde schijf of een memory stick van



enkele gigabyte kan al heel veel informatie. Alleen... Dat is precies wat de mensen vroeger ook al dachten over een schijf van enkele kilobyte en later zelfs megabyte.

Wanneer het over (inter)netwerkverbindingen gaat, spreken we veelal van kilobits of megabits (per seconde).



1 bit (b) → één teken: een 0 of een 1				omzettingen	‘traditionele’ waarden bytes in machten van twee	
1 byte (B) = 8 bits	‘moderne’ waarden bytes in machten van tien					
1 kilobyte (kB)	= 1000 ¹	= 10 ³	1 000	1 000 B	1024 ¹	= 2 ¹⁰
1 megabyte (MB)	= 1000 ²	= 10 ⁶	1 000 000	1 000 kB	1024 ²	= 2 ²⁰
1 gigabyte (GB)	= 1000 ³	= 10 ⁹	1 000 000 000	1 000 MB	1024 ³	= 2 ³⁰
1 terabyte (TB)	= 1000 ⁴	= 10 ¹²	1 000 000 000 000	1 000 GB	1024 ⁴	= 2 ⁴⁰

Kies uit en vul in:

byte(s) – kilobyte(s) – megabyte(s) – gigabyte(s) – terabyte(s) – B – kB – MB – GB – TB

1 kilobyte (kB) = 1 000 bytes (B)

1 megabyte (MB) = 1 000 000 *bytes* (B..)

1 megabyte (MB) = 1 000 *kilobytes* (kB.)

1 gigabyte (GB) = 1 000 000 000 *bytes* (B..)

1 gigabyte (GB) = 1 000 *megabytes* (MB)

1 terabyte (TB) = 1 000 000 000 000 *bytes* (B..)

1 terabyte (TB) = 1 000 *gigabytes* (GB)

1 000 000 000 000 bytes (B) = 1 *terabyte* (TB)

1 000 kilobytes (kB) = 1 *megabyte* (MB)

1 000 megabytes (MB) = 1 *gigabyte* (GB)

1 000 bytes (B) = 1 *kilobyte* (kB.)

1 000 gigabytes (GB) = 1 *terabyte* (TB)

1 000 000 000 bytes (B) = 1 *gigabyte* (GB)

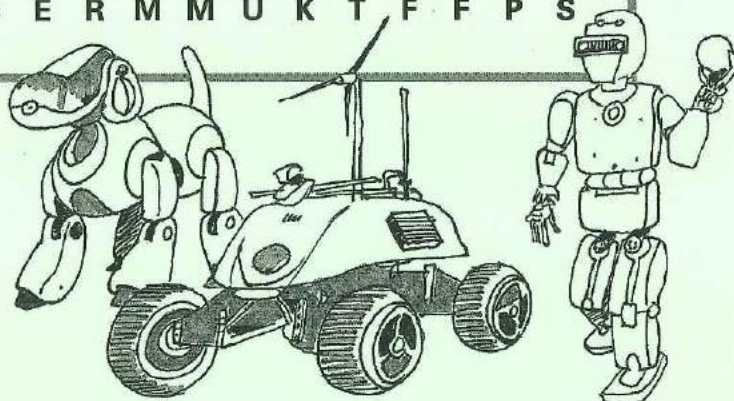
1 000 000 bytes (B) = 1 *megabyte* (MB)

16. WOORDZOEKER

Zoek de woorden in het rooster.

ethiek - entertainmentrobots - zintuigen - asimo - sensoren - amplitude
 exploratierobots - spraaktechnologie - logigram - gps - atoomklok - binair

C	P	O	A	E	R	W	A	A	E	R	I	E	K	I	H	E	L	W	N
H	A	H	A	R	W	F	R	M	C	S	E	N	S	O	R	E	N	D	S
Y	R	M	E	S	R	E	O	J	P	L	H	T	A	P	G	S	W	C	Z
R	A	E	X	M	S	S	Z	G	A	L	B	E	A	P	N	U	Q	V	W
L	P	E	N	C	E	D	E	E	N	C	I	R	I	Y	M	R	Y	F	I
T	B	H	I	S	O	Y	P	X	G	S	N	T	H	E	Y	Z	O	Z	T
C	E	A	J	A	D	S	D	P	P	H	A	A	U	X	D	I	R	N	L
E	E	S	P	U	D	E	Z	L	A	N	I	I	X	D	I	N	J	E	N
L	S	L	Q	I	R	K	A	O	M	J	R	N	A	O	E	T	O	D	K
M	F	Z	C	H	E	D	A	R	A	E	P	M	T	M	I	U	A	T	S
C	O	G	C	E	F	O	A	A	I	V	C	E	O	L	F	I	S	N	S
S	D	S	P	R	A	A	K	T	E	C	H	N	O	L	O	G	I	E	Q
S	T	M	T	H	A	S	T	I	I	N	E	T	M	O	E	E	M	T	R
R	H	E	M	J	T	L	T	E	H	U	A	R	K	G	T	N	O	H	R
Z	I	F	H	U	E	R	T	R	L	Q	Q	O	L	I	E	E	I	I	E
I	C	S	H	F	Z	R	E	O	O	O	K	B	O	G	A	D	B	E	E
O	E	M	P	E	J	A	Z	B	R	L	R	O	K	R	O	D	Q	K	I
G	B	N	D	I	Y	O	E	O	O	R	I	T	S	A	N	L	T	M	E
G	C	P	S	Q	D	C	S	T	N	H	R	S	I	M	I	F	M	N	K
S	D	R	L	M	T	T	N	S	E	R	M	M	U	K	T	F	F	P	S



17. ROBOTWEBSITES

- Prof. dr. ir. Bram Vanderborght wordt geïnterviewd, stelt Probo voor...
- <http://www.youtube.com/BramVanderborght>
- <http://mech.vub.ac.be/multibody/members/bram.htm>
- <http://noorderlicht.vpro.nl/dossiers/42032083/hoofdstuk/42032122/>
- <http://player.omroep.nl/?afID=9962802>
- <http://probo.vub.ac.be/press/television/>
- <http://www.technopolis.be/nl/index.php>
(aanklikken: experiment – online experimenteren – varia – logische schakelingen)
- <http://www.robocupjunior.be/>
(item: de internationale robotwedstrijd RoboCup Junior)

Wie is de Auteur?

Bram Vanderborght is robotonderzoeker en professor aan de Vrije Universiteit Brussel. Hij heeft ruime internationale ervaring en woonde onder andere in Japan en Italië om onderzoek te doen in verschillende bekende robotprojecten. Zo bouwde hij de stappende robot Lucy en werkte mee aan de humanoïde robot HRP-2 en de kindrobot iCub. Ook kwamen de knuffelrobot Probo, een robotprothese en een staprevalidatierobot tot stand mede door zijn begeleiding.

Wetenschapspopularisering is al lang zijn interesse en de VUB robots doen vaak demonstraties tijdens wetenschapsfestivals. Hij is mede oprichter van de robotwedstrijd RoboCup Junior voor jongeren en auteur van het populaire boek "Robots Binnenstebuiten".