

Staatsexamen VWO

2025

tijdvak 1
donderdag 8 mei
09.00 – 12.00 uur

Natuur, leven en technologie

College-examen schriftelijk

Voor dit examen zijn maximaal 66 punten te behalen; het examen bestaat uit 25 vragen.

Het examen duurt drie uur.

Voor elke vraag is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

Bij de beantwoording van enkele vragen moet het BINAS 6^e (of hogere) druk of ScienceData 1^e druk geraadpleegd worden.

Het gebruik van een rekenmachine is toegestaan.

Als bij een open vraag een verklaring, uitleg of berekening wordt gevraagd, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg of berekening ontbreekt.

Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd.

Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

- Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties.

Steeds vaker hoogwater

Enkele figuren (2 tot 5) bij de vragen 1 t/m 5 staan in de bijlage.

In 2023 zijn de laatste projecten in het kader van het programma *Ruimte voor de Rivier* van Rijkswaterstaat afgerond. De wateroverlast door regenval in het najaar van 2023 bewees het nut van dit programma. Het waterpeil van de Rijn bij Lobith was toen 14,5 m boven NAP, terwijl het normaal circa 8,8 m is. Door de klimaatverandering verwacht Rijkswaterstaat vaker een uitermate hoge waterstand, ook in het voorjaar en in de zomer.



Figuur 1: Spiegelwaal als nevengeul van de Waal (www.intonijmegen.com)

In mei, juni en juli 2021 was de waterstand in de Waal bij Nijmegen zo hoog dat de Waalkade enige dagen onder water stond. Mede dankzij een uitgebreid project is Nijmegen voor grote schade behoed. De Waal is ter plekke met 350 meter verbreed met een nevengeul, de Spiegelwaal, waardoor het prachtige Rivierpark Nijmegen is ontstaan tussen Nijmegen en Lent (figuur 1). Daarmee werd een van de twee doelen, van het programma *Ruimte voor de Rivier*, gewaarborgd: veiligheid, ook bij hoogwater, voor gebieden in het stroomgebied van grote rivieren.

1p 1 Wat is het tweede doel van het programma?

Ook in juli 2024 stond het water in de Waal weer uitzonderlijk hoog. Het waterniveau in de Waal steeg erg snel na enkele dagen regenval. Normaal staat het waterniveau op 550 cm boven NAP, maar toen werd 780 cm geregistreerd. Figuur 2 (in de bijlage) toont dat het wel enige tijd duurt voordat het normale waterniveau weer is bereikt. De tijd die het water nodig heeft om vanaf een bepaalde locatie waar het is uitgeregend naar een andere locatie te stromen, heet vertragingstijd.

- 3p **2**
- Noteer twee redenen waarom sinds de laatste decennia de vertragingstijd is afgenomen, met als gevolg dat na neerslag het waterpeil snel stijgt.
 - Noteer één reden waarom het waterpeil in de Waal juist in de zomer weer traag daalt terug naar het normale niveau.

De gemiddelde afvoer (= debiet) van de Rijn is circa 2200 m³/s. De afvoer van de Waal, waarin de Rijn overgaat vlak voor Nijmegen, is iets minder: 1500 m³/s. Maar bij hoogwater dreigt toch rivierwater de stad in te stromen. Dankzij de Spiegelwaal is die dreiging veel geringer: het water in de Waal stijgt dan ca. 40 cm minder.

Voor een praktische opdracht over de NLT-module “Ruimte voor de Rivier” doen twee leerlingen Yasmin en Jacky onderzoek naar het debiet van de Spiegelwaal als deze een verhoogde waterstand heeft. Die is dan 750 cm + NAP. Beide leerlingen doen hun metingen in de buurt van de Lenteloperbrug (zie figuur 3 in de bijlage), waar de walkant nog ongeveer twee meter hoger ligt, over een trajectlengte van 50 m. Tijdens hoogwater heeft de Spiegelwaal in de buurt van de Lenteloperbrug een breedte van 230 m.

Ze hebben via internet toegang tot gegevens over alle dwarsdoorsneden van de Spiegelwaal. Daaruit leiden ze onder meer af dat de bodem van de Spiegelwaal ten westen van de drempel meestal op 2,5 m + NAP ligt.

- 3p **3** Beschrijf stapsgewijs een werkplan voor het experiment waarmee Yasmin en Jacky het debiet kunnen bepalen.

- 2p **4** Bereken het debiet van de Spiegelwaal als de stroomsnelheid van het water 0,45 m/s is; gebruik daarbij de nodige gegevens uit de tekst en figuur 2.

Het water dat uit de Waal de nevengeul binnenstroomt bepaalt de waterstand in de Spiegelwaal. Toch is er stroomopwaarts een drempel gebouwd met een hoogte van 10,5 m + NAP (bijlage: figuur 3, figuur 4 en figuur 5). Deze drempel heeft kleine openingen van verschillende hoogte en breedte (gemiddeld 1,5 m hoog en 1,5 m breed). Daardoor blijft bij laagwater toch enige stroming in de Spiegelwaal bestaan. Bij heel laag water stroomt er altijd nog zo'n 10 m³/s door heen.

De drempel is van groot belang voor de waterstroom in de Waal zelf.

- 2p **5** Wat is het nut voor de Waal van de drempel in de Spiegelwaal?

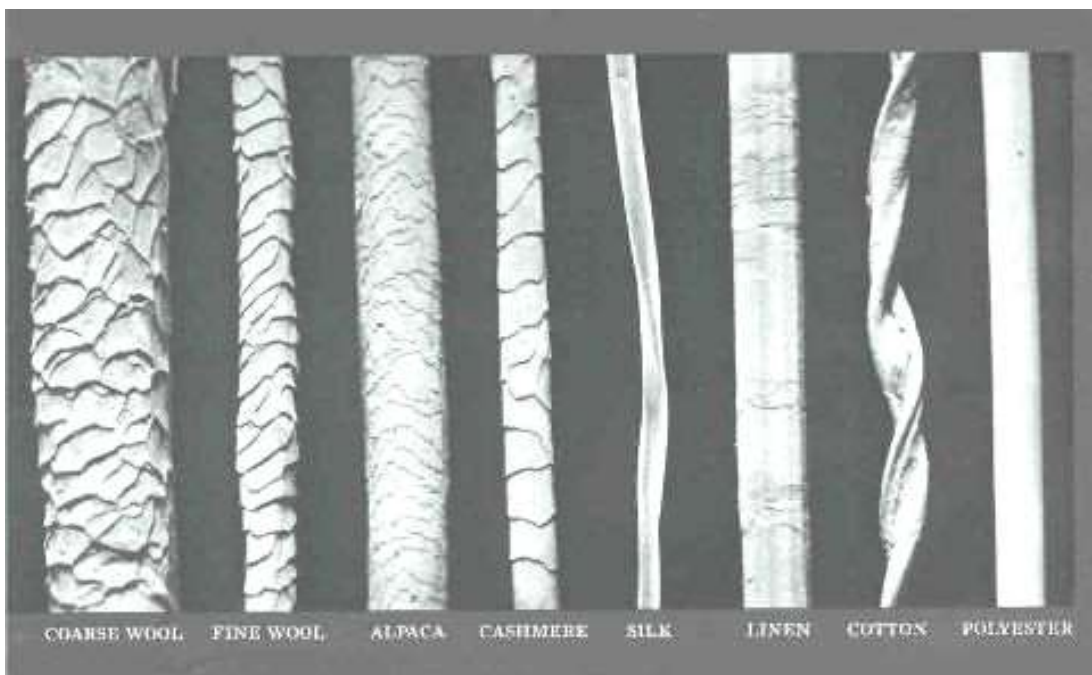
Wetenschappelijk bewijs

Zes wetenschappers verbonden aan de National Commission on Forensic Science (NCFS) in de Verenigde Staten hebben aangegeven dat veel forensische technieken niet wetenschappelijk onderbouwd zijn. Eén van de problemen is dat nagenoeg alle Amerikaanse forensische laboratoria niet onafhankelijk zijn, maar relaties hebben met justitie.

- 2p 6 Leg, met behulp van een voorbeeld, uit dat wetenschappelijke onderbouwing van forensisch bewijs in het gedrang kan komen als deze laboratoria niet onafhankelijk zijn van justitie als opdrachtgever.

Traditionele forensische methoden, zoals onderzoek naar afdrukken van vingers, voeten, tanden, banden, zijn ontwikkeld in gerechtelijke laboratoria. Zodra de methode door de rechtbank eenmaal als bewijs is toegelaten, wordt die in alle volgende rechtszaken ook toegelaten.

Een forensisch onderzoeksinstituut beweert dat gevonden vezels op een lichaam overeenkomen met vezels uit de achterbak van de auto van een verdachte, terwijl dat niet onderbouwd is met behulp van wetenschappelijk onderzoek naar bouw van die vezels.



Figuur 6: Verschillende soorten vezels uitvergroot

- 2p 7 Beschrijf minstens twee aspecten van onderzoek naar de overeenkomst van vezels uit de achterbak en op het slachtoffer, zodat wel voldaan is aan de wetenschappelijke standaard.

In tegenstelling tot de traditionele forensische methoden accepteert het NCFS in het algemeen DNA-onderzoek wel als voldoende wetenschappelijk onderbouwd.

Daarbij horen afspraken over het bepalen en vergelijken van DNA-profielen. Bij het samenstellen van het DNA-profiel wordt er gekeken naar het aantal herhalende basen op een locus, dit heet het DNA-kenmerk. Een locus (het meervoud is loci) is een plaats op een chromosomenpaar waar een DNA-kenmerk zich bevindt.

In 2001 zijn door de Raad van de Europese Unie zes DNA-merkers (loci, exclusief geslachtskenmerk) vastgesteld die alle lidstaten in DNA-profielen moeten bepalen. Dit is de zogenaamde European Standard Set (ESS). Later is het aantal loci uitgebreid tot elf. Hoe meer DNA-kenmerken overeenkomen, des te kleiner de kans is dat een ander persoon dezelfde kenmerken heeft. In tabel 1 (op de volgende pagina) staan tien van deze loci met daarbij het DNA-kenmerk en de frequentie in Nederland.

In het DNA-profiel van een persoon kunnen op één locus één of twee verschillende DNA-kenmerken staan. Op de locus TH01 kan in het profiel één piek bij DNA-kenmerk 6 staan en bij het profiel van iemand anders pieken van DNA-kenmerken 6 en 7. Als er twee kenmerken zijn, dan is de kans groter dat er een overeenkomst is met iemand anders dan wanneer er maar één kenmerk is.

- 3p 8 Leg uit waarom de kans op een overeenkomst groter is als er twee verschillende kenmerken zijn dan bij één kenmerk.

Het forensisch laboratorium besluit bij een onderzoek zeven loci mee te nemen in plaats van zes. Hierdoor neemt de kans af dat een ander persoon dan de verdachte overeenkomt met het onderzochte DNA-profiel.

Werk vraag 9 uit op de *uitwerkbijlage* en gebruik gegevens uit tabel 1.

- 5p 9 Geef berekeningen van de volgende kansen:
- De kans op overeenkomst van DNA-profiel van twee verschillende personen als naar de eerste zes loci wordt gekeken.
 - De kans op overeenkomst van dat DNA-profiel als naar de eerste zeven loci wordt gekeken.
 - Bereken de relatieve verbetering door het toevoegen van de test op die extra locus.

frequenties voor Nederland van DNA-kenmerken D2S1338, D3S1358, FGA, D8S1179 en THO1

D2S1338	frequentie	D3S1358	frequentie	FGA	frequentie	D8S1179	frequentie	THO1	frequentie
15	0,000	12	0,000	18	0,013	8	0,019	5	0,006
16	0,048	13	0,002	18.2	0,000	9	0,011	6	0,225
17	0,203	14	0,091	19	0,058	10	0,078	7	0,219
18	0,076	15	0,281	19.2	0,000	11	0,087	8	0,104
19	0,128	16	0,253	20	0,145	12	0,147	9	0,132
20	0,171	17	0,193	21	0,177	13	0,346	9.3	0,307
21	0,015	18	0,167	22	0,173	14	0,180	10	0,006
22	0,030	19	0,011	22.2	0,015	15	0,102		
23	0,097	20	0,002	23	0,136	16	0,028		
24	0,095			23.2	0,006	17	0,002		
25	0,117			24	0,158	18	0,000		
26	0,017			25	0,074				
27	0,002			25.2	0,000				
				26	0,028				
				27	0,013				
				28	0,002				
				29	0,000				
				31.2	0,000				
				45.2	0,000				

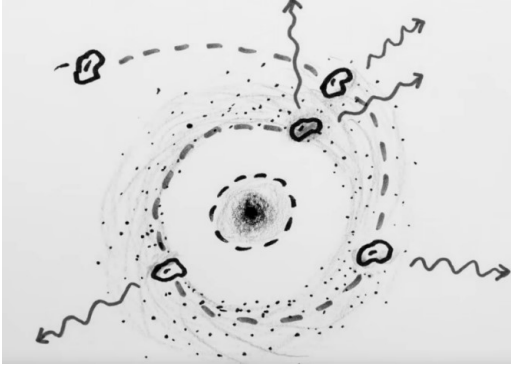
frequenties voor Nederland van de DNA-kenmerken VWA, D16S539, D18S51, D19S433 en D21S11

VWA	frequentie	D16S539	frequentie	D18S51	frequentie	D19S433	frequentie	D21S11	frequentie
11	0,000	8	0,015	9	0,000	9	0,000	27	0,017
13	0,000	9	0,123	10	0,011	10	0,002	28	0,180
14	0,067	10	0,067	11	0,006	11	0,004	29	0,223
15	0,076	11	0,340	12	0,134	12	0,061	29.2	0,000
16	0,203	12	0,279	13	0,108	12.2	0,000	30	0,271
17	0,303	13	0,162	14	0,182	13	0,255	30.2	0,030
18	0,223	13.3	0,000	15	0,117	13.2	0,011	31	0,078
19	0,110	14	0,013	16	0,152	14	0,359	31.2	0,074
20	0,013	15	0,000	17	0,141	14.2	0,032	32	0,011
21	0,004			18	0,071	15	0,165	32.2	0,091
				19	0,039	15.2	0,037	33	0,002
				20	0,026	16	0,037	33.1	0,000
				21	0,006	16.2	0,026	33.2	0,022
				22	0,004	17	0,002	34	0,000
				23	0,000	17.2	0,006	34.2	0,000
				25	0,002	18.2	0,002	35	0,000
								35.2	0,002
								36	0,000

Tabel 1: Loci met DNA-kenmerk en frequentie in Nederland

Metten aan Sagittarius A als röntgenbron

In het centrum van de Melkweg bevindt zich een superzwaar zwart gat genaamd Sagittarius A* (Sgr A*). Rondom dit zwarte gat bevindt zich een accretieschijf van heet gas en stof. Wanneer materie in deze schijf richting het zwarte gat valt, worden enorme hoeveelheden stralingsenergie geproduceerd. De vallende materie versnelt door de extreme gravitatie en daarbij zal de vrijkomende gravitatie-energie leiden tot verhitting naar miljoenen graden. Dat leidt tot het uitzenden van intense straling, onder andere in de vorm van röntgenstraling. Dit proces is schematisch in figuur 7 weergegeven.



Figuur 7: Schematische weergave accretie

Amin krijgt de opdracht een schatting te maken van de hoeveelheid energie die bij het invangen van materiaal uit de accretieschijf door Sgr A* wordt geproduceerd. Hij verzamelt de nodige gegevens uit diverse wetenschappelijke bronnen.

- De massa van Sagittarius A* is 4×10^6 keer de massa van de zon ($= M_{\odot}$).
- De accretiesnelheid, dat is de hoeveelheid massa die naar het zwarte gat valt, schatten astronomen op $1,2 \times 10^{-5} M_{\odot}$ per jaar.
- De efficiëntie (η) waarmee de vallende massa bij deze accretie wordt omgezet in stralingsenergie is grofweg 6% (oftewel $\eta=0.06$).
- Van die straling is 0,8% in de vorm van zachte röntgenfotonen (1–10 keV).

4p 10 Laat met een berekening zien dat er op deze manier jaarlijks $1,0 \cdot 10^{39}$ Joule door Sgr A* in de vorm van zachte röntgenstraling wordt geproduceerd.

2p 11 Vergelijk deze hoeveelheid energie met het volledig stralend vermogen van de zon. Zoek daarvoor gegevens op in het tabellenboek.

De Chandra-satelliet, die sinds 1999 in een baan op vijftigduizend kilometer om de aarde beweegt, heeft een Nederlandse röntgentelescoop aan boord. Het grondstation van Chandra kan deze telescoop zeer nauwkeurig op een klein gebied richten. Het grondstation ontvangt regelmatig de gedetecteerde röntgenmetingen en slaat die op. Astronomen gebruiken deze meetresultaten om de variatie in de hoeveelheid materie te bepalen die invalt in Sgr A*.

In onderstaande lijst staan enkele factoren waarmee astronomen rekening kunnen houden wanneer ze de röntgenmetingen van Chandra gebruiken voor het dagelijks bepalen van de hoeveelheid invallende materie.

- A: achtergrondstraling van aardse en andere kosmische bronnen
- B: absorptie door interstellair stof en gas bij het galactische centrum
- C: mate van ruimtelijke resolutie om stralingsbronnen te onderscheiden
- D: klimatologische en atmosferische omstandigheden
- E: regelmatige kalibratie (ijking) van de detector in Chandra
- F: dopplerverschuiving door de bewegingen zon, aarde en satelliet
- G: afstand tussen de zon en het galactische centrum

Lang niet alle bovengenoemde factoren zijn van even groot belang voor de bepaling van de hoeveelheid invallende materie. Deze factoren kunnen in drie groepen worden ingedeeld, afhankelijk van de invloed die ze hebben op de berekeningen.

- 2p 12 In de *uitwerkbijlage* staat een tabel met daarin de letters (A t/m G) die verwijzen naar de factoren in deze lijst. Welke factoren zijn van groot / enig / geen belang voor de bepaling van de invallende massa uit de röntgenmetingen. Vul deze tabel in.

Straling kan aan de invloed van een zwart gat Sgr A* ontsnappen als deze ontstaat op plekken verder dan drie keer de Schwarzschild straal (R_s). Dat geldt uiteraard ook voor de röntgenstraling die bij de omzetting van gravitatie-energie vrijkomt.

Dat inzicht geeft een theoretisch maximum aan het waarneembare deel van die energie-omzetting. De theoretisch maximale efficiëntie is de in straling omgezette gravitatie-energie van een bepaalde massa gedeeld door de volledige omzetting van die massa in energie.

De volgende formules zijn van toepassing.

Als een kleine massa (m) van "ver weg" naar een astronomische massa (M) valt verliest het gravitatie-energie ter grootte van $\Delta E = GMm/d$ (1)

Voor de Schwarzschild – straal geldt $R_s = 2GM / c^2$ (2)

Hierbij is:

- ΔE = hoeveelheid verloren gravitatie-energie
- G = algemene gravitatie constante
- M = massa van het zwarte gat Sgr A*
- d = afstand van de kleine massa tot (het midden van) Sgr A*.

- 4p 13 Bereken de efficiëntie van de omzetting van gravitatie-energie naar stralingsenergie. Gebruik daarbij de formules (1) en (2). En leg uit of de bij vraag 10 gebruikte aanname van 6% efficiëntie gerechtvaardigd is.

Zwarter dan Vantablack

Vantablack is een ultiem zwarte stof dat 99,965 procent van het licht absorbeert (Vanta staat voor *vertically aligned carbon nanotube arrays*). Sinds de ontwikkeling in 2014 wordt het niet alleen in de wetenschap toegepast, maar ook kunstwerken (zie figuur 8) en zelfs een BMW kregen een Vantablack coating. Nanodeeltjes kunnen zowel bottom-up als top-down worden geproduceerd. Voor koolstofnanobuisjes zijn er verschillende top-down productiemethoden.



Figuur 8: Kunst van Surrey NanoSystems met een coating van Vantablack

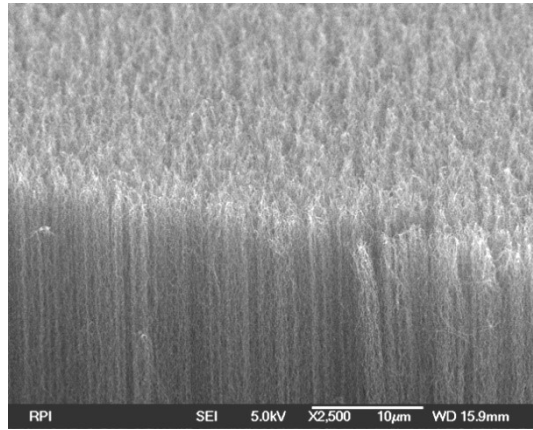
- 2p **14** Leg uit wat het verschil is tussen bottom-up en top-down productie en geef van beide een voordeel.

Ingezoomd is Vantablack een soort bos van verticaal geplaatste holle koolstofnanobuisjes op nanoschaal (zie figuur 9). Als er licht op valt, worden de golven als het ware vastgehouden door de buisjes – het licht wordt dus geabsorbeerd – net zolang tot de energie uiteindelijk als warmte wordt afgevoerd.

In tegenstelling tot andere moleculaire stoffen zijn koolstofnanobuisjes ook zeer goede stroomgeleiders, dit kan verklaard worden aan de hand van de structuur gegevens in Binas (67E) of ScienceData (11.1f).

- 2p **15** Leg aan de hand van de structuurformule in het informatieboekje uit hoe het kan dat de koolstofnanobuisjes goed stroom geleiden.

Op een stukje Vantablack coating dat een oppervlakte van 1 bij 1 centimeter heeft, bevinden zich een miljard nanobuisjes. Elk koolstofnanobuisje heeft een diameter van ongeveer 20 nanometer en is gemiddeld 35 micrometers lang. Als licht dit 'oerwoud' van nanobuisjes raakt, komt het in de microscopische ruimtes te midden van de buisjes waardoor het geen kant meer op kan. In plaats daarvan springen de lichtdeeltjes (fotonen) rond in het nanobuisgebied en ontdoen ze zich van hun energie in de vorm van warmte. Ruim 99 procent van het materiaal is lege ruimte, het licht kan dus goed geabsorbeerd worden.



Figuur 9: Koolstofnanobuisjes met behulp van een elektronenmicroscop zichtbaar gemaakt.

De gedetailleerde afbeelding van de koolstofnanobuisjes kan niet met een lichtmicroscop worden gemaakt, hiervoor moet bijvoorbeeld een elektronenmicroscop worden gebruikt.

- 2p **16** Verklaar waarom een afbeelding zoals figuur 9 niet met een lichtmicroscop kan worden gemaakt. Gebruik in je uitleg gegevens uit Binas (19) of Science Data (5.1).
- 5p **17** Laat met een berekening zien dat ruim 99 volumeprocent van de coating leeg is. Gebruik bij je berekening de volgende gegevens:
- De atoomstraal van een koolstofatoom is 77 pm (picometer);
 - Gebruik gegevens uit de tekst;
 - Ga ervan uit dat alle nanobuisjes volledig uit koolstof bestaan, een gelijke lengte hebben en recht op het oppervlak staan;
 - Rond je antwoord af op vier significante cijfers.

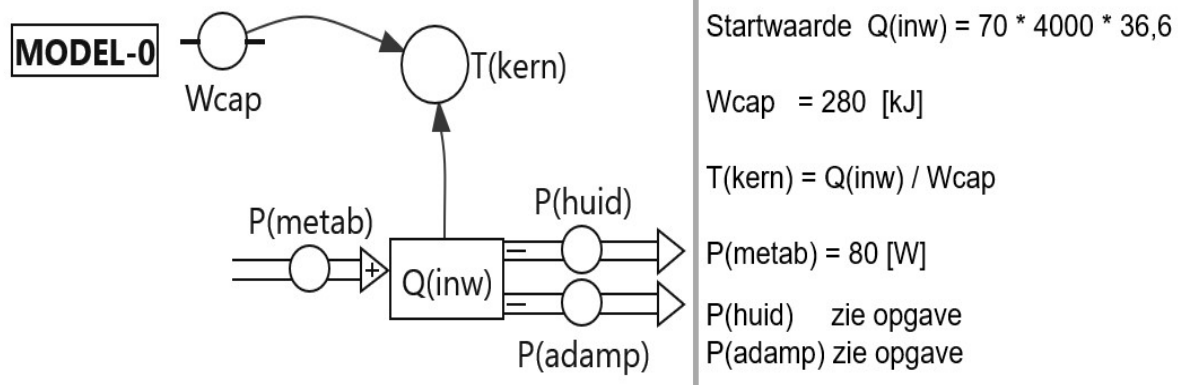
Thermische lichaamsreactie bij duursporten

Jack en Leo gaan een model maken waarmee voorspellingen mogelijk zijn voor de inspanning bij duursporten zoals wielrennen en marathon. Zij richten zich daarbij op twee belangrijke fysieke grenzen. Enerzijds de verhoging van de kerntemperatuur bij inspanning en het verkoelende effect van transpiratie. Anderzijds mag het vochtverlies tijdens de sportieve prestatie niet te groot worden. Ze willen ook het effect van hoge en lage omgevingstemperatuur in het model opnemen.

Ze gaan dat model in stapjes ontwerpen.

Het menselijk lichaam heeft een kerntemperatuur rond de normwaarde van 36,6 °C. Het lichaam heeft regelmechanismen om die normtemperatuur te behouden. Dat heet thermische homeostase. In de rusttoestand van het lichaam vindt er in het lichaam enige metabolische warmteproductie plaats door inwendige voedselverbranding, mede door geringe spieractiviteit. Tegelijk is er warmteverlies door geleiding en convectorie via de huid en warmteverlies door verdamping in de longen tijdens de ademhaling. Uiteraard

zal de kerntemperatuur constant blijven als de warmteproductie even groot is als het totale warmteverlies. Jack maakt daarvan een eenvoudig startmodel (zie MODEL-0).



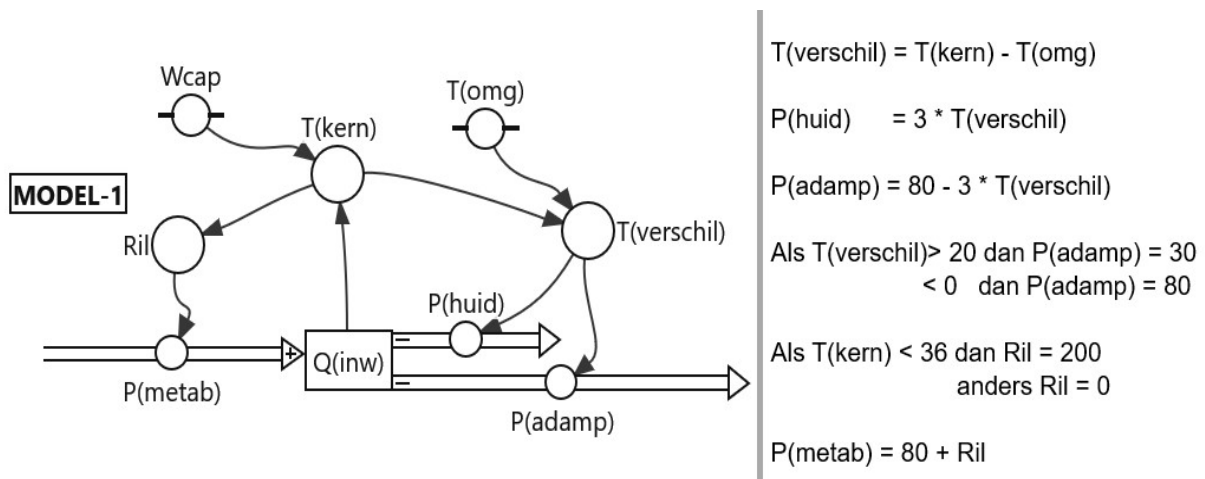
Jack heeft in zijn model de volgende basisgegevens opgenomen. Een lichaam in rust heeft een metabolische warmteproductie van 80 W. Bij een omgevingstemperatuur van 20 °C ademt het lichaam per minuut 0,80 mL waterdamp uit. De verdamping van 1 gram water kost 2200 J. Voor een verandering van 1 °C kerntemperatuur is 280 kJ warmte nodig; dat heet de warmtecapaciteit van het lichaam.

Doe aan de hand van het MODEL-0 de volgende berekeningen.

- 2p **18** Tot welke waarde loopt de kerntemperatuur na 1 uur op, als bij een warmteproductie van 80 W helemaal geen warmteafgifte door huid en longen zou zijn?
- 3p **19** Bereken de warmtestroom door de huid ($P(\text{huid})$) bij homeostase van een rustend lichaam, als de buitentemperatuur 20 °C is.

In werkelijkheid zal het lichaam reageren op temperatuurswisselingen in de omgeving. Het lichaam heeft invloed op de warmtestromen uit het lichaam als de omgevingstemperatuur verandert. Jack gaat de regelmechanismen van het menselijk lichaam in het model inbouwen. Deze regelmechanismen voldoen aan het principe van de negatieve terugkoppeling. Biologisch kan men denken aan versnelde ademhaling (bij hoge temperatuur) of rillen (bij lage temperatuur).

Jack breidt het model uit met enkele grootheden en bijbehorende modelrekenregels. Zie MODEL-1. De rekenregels werken bijvoorbeeld zo dat als het lichaam 15 °C warmer is dan de omgeving, dan stroomt er $3 \cdot 15 = 45$ Joule per seconde door de huid, en stroomt er $80 - 3 \cdot 15 = 35 \text{ J/s}$ via de longen. Ook geven de regels aan hoe de warmtestromen veranderen bij meer extreme temperaturen.



- 3p **20** Geef een algemene omschrijving van het principe van negatieve terugkoppeling. En leg uit of met de uitbreidingen het MODEL-1 negatieve terugkoppelingen bevat voor alle temperaturen lager dan 36,6 °C.

Leo en Jack gaan MODEL-1 verder uitbreiden met de transpiratie-reactie op te hoge lichaamstemperatuur. Bij erg hoge temperatuur van de omgeving kan er warmte het lichaam instromen. Maar vooral treedt er transpiratie op bij inspanning waarbij een gedeelte van de metabolische energieopwekking (voedselverbranding) in nuttig vermogen en voor de rest in warmteproductie wordt omgezet. Bij inspanning zal de ademhaling versnellen, en dus ook water in de longen verdampen en worden afgevoerd. Alles bij elkaar zal het lichaam in enige mate vocht verliezen, en dat verlies willen Jack en Leo in het model meenemen.

Leo neemt deze factoren op en komt tot het grafische MODEL-2 met de bijbehorende rekenregels. Zie de figuur op volgende bladzijde. Deze figuur van model-2 is vergroot afgebeeld in de bijlage.

Hierin staan de ingaande en uitgaande warmtestromen die samen het opwarmen dan wel het afkoelen van het lichaam bepalen. Zie de figuur met de toelichting op de grootheden:

ZWTm = massa transpiratie in gram per seconde

ZWTe = warmte die per seconde door verdamping van zweet wegstroomt

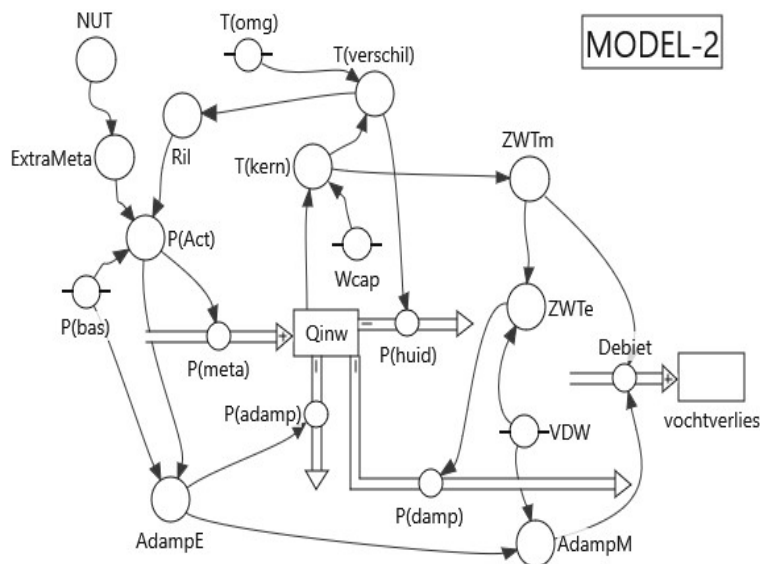
NUT = gewenste inspanning in Watt

ExtraMeta = gedeelte van de extra metabolische energieomzetting die als warmte in het lichaam ontstaat bij de gewenste inspanning

P(bas) = basaal metabolische warmteproductie (80 W) bij lichaam in rust

Debiet = uitstroom aantal gram water door huid en longen samen

Vochtverlies = totale hoeveelheid gedurende de training



Als $T(\text{kern}) > 37$ dan
 $ZWTm = 0,04 + 0,36 * (1 - 10^{(1,67*(37-T_{\text{kern}})})$
 anders 0

$P(\text{damp}) = ZWTm = ZWTm * VDM$
 met $VDM = 2200$

$\text{ExtraMeta} = 3 * NUT$
 met $NUT = \text{gewenste inspanning}$

$P(\text{ACT}) = P(\text{bas}) + RIL + \text{ExtraMet}$
 met $P(\text{bas}) = 80$
 en $RIL = 200$ als $T(\text{kern}) < 36$
 $P(\text{meta}) = P(\text{ACT})$

$\text{AdampE} = 30 + (P(\text{act}) / P(\text{bas}) - 1) * 10$
 $P(\text{adamp}) = \text{AdampE}$

$\text{AdampM} = \text{AdampE} / VDM$

$\text{Debiet} = ZWTm + \text{AdampM}$

Jack bekijkt het MODEL-2 en de rekenregels zorgvuldig en komt tot de onderstaande constatering.

		GOED	FOUT
A	33% van de extra metabolische energie levert nuttig vermogen.		
B	De maximale zweetproductie bedraagt 0,40 gram per seconde.		
C	Bij een effectieve inspanning (NUT) van 560 W is er 1760 W warmteproductie en 240 W warmteafvoer door verdamping in de longen.		
D	Bij langdurige effectieve inspanning van 560 W verdwijnt elke seconde er 31 gram water per minuut uit het lichaam.		

In de bijlage staat opnieuw MODEL-2 en bijhorende rekenregels. Ook staan daar de uitspraken van Jack in de tabel op de uitwerkbijlage.

- 3p **21** Controleer (eventueel met korte berekeningen) de juistheid van die uitspraken van Jack over MODEL-2. Zet in de tabel in de uitwerkbijlage achter elk van deze uitspraken of deze GOED of FOUT is.

Meervoudige intelligentie

Dr. Howard Gardner vertelde anderen vaak: "Het gaat er niet om hoe intelligent je bent, maar om hoe je intelligent bent". Gardner is de grondlegger van de theorie van meervoudige intelligentie. Hoewel een IQ eenvoudig te meten is, meende hij dat intelligentie meer is dan een cijfer. In zijn optiek bestaan er acht verschillende intelligenties die per persoon verschillend zijn ontwikkeld (zie tabel "Intelligenties volgens Gardner" in de bijlage).

Er zijn dus verschillende soorten knap of slim. De meeste scholen besteden vooral aandacht aan de verbaal-linguïstische intelligentie (taalknap) en aan de logisch-mathematische intelligentie (rekenknap). Maar Gardner wist: ieder kind is slim op zijn eigen wijze.

Mathijs is een taalknappe jongen. Hij is goed in betogen en zijn spreekvaardigheid is uitstekend. Daarbij articuleert hij op zo'n wijze dat iedereen hem goed verstaat.

Zo heeft hij in een betoog in de les Nederlands ervoor gepleit om edelmetalen, zoals goud, zilver en kobalt, in afgedankte mobieltjes beter te hergebruiken. In 200 mobieltjes zit bijvoorbeeld genoeg goud voor één trouwring. En kobalt is nog steeds nodig voor batterijen van laptops en elektrische auto's. Mathijs heeft als doel advocaat te worden.

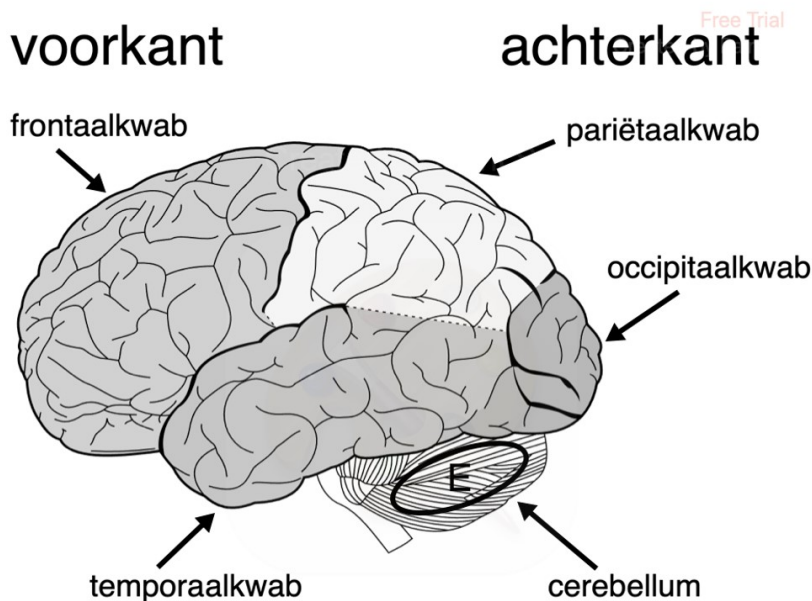
In het betoog van Mathijs spelen een viertal Brodmanengebieden in zijn hersenen een belangrijke rol.

- 3p **22** Op welke wijze werken het gebied van Broca, de premotorische en primotorische cortex en het gebied van Wernicke samen, zodat Mathijs een begrijpelijk betoog kan voeren over het duurzaam hergebruik van goud en kobalt uit afgedankte mobieltjes?

In figuur 10 is een doorsnede van de hersenen afgebeeld. Deze figuur is ook opgenomen in de uitwerkbijlage.

- 2p **23** Markeer in de figuur in de uitwerkbijlage waar Brodmanengebieden in de hersenen liggen die naar de genoemde gebieden uit de vorige vraag verwijzen. Verwijs met A naar het gebied van Broca, B naar de premotorische cortex, C naar de primaire motorische cortex en D naar het gebied van Wernicke.

Als voorbeeld voor de grootte van de gebieden zijn de kleine hersenen gemarkeerd met E.



Figuur 10: Anatomie van de hersenen

Nicole is beeldknap. Zij kan zich snel oriënteren, zelfs in een onbekende omgeving. Daar leert zij veel van. Zij heeft ook een goed gevoel voor kleur en vormen, en schetst en krabbelt vaak wanneer daar tijd voor is. Nicole heeft dan ook besloten voor architect te gaan studeren.

Zij doet enkele uitspraken over zichzelf:

- I Dankzij een goed ontwikkelde *fusiforme gyrus* lijkt het dat ik ingewikkelde objecten met bijvoorbeeld veel kleur en detail goed kan herkennen.
- II Het ruimtelijk inzicht bevindt zich bij mij voornamelijk in de kleine hersenen.
- III In een van de onderste plooien van de temporaalkwab liggen gebieden die betrokken zijn bij de visuele informatie die ik verwerk.
- IV De visuele centra bevinden zich in de occipitaalkwab.

2p **24** Noteer op je antwoordblad de nummers van de vier uitspraken onder elkaar en noteer achter elk nummer of de bijbehorende uitspraak juist of onjuist is.

Jana is beweegknap. Dat zie je bijvoorbeeld aan haar handschrift. Dat viel al op bij de leerkrachten van de basisschool. Haar geschreven werkstukjes waren altijd goed leesbaar. Zij werd op vijfjarige leeftijd ook ontdekt tijdens een vakantie in Frankrijk door scouts van de Nederlandse Jeu de Boules Bond (NJBB). Op de camping bleek zij het spel Petanque, de Franse naam voor Jeu de Boules, heel snel onder de knie te hebben. Inmiddels is Jana in dit spel uitgegroeid tot een gerenommeerd speler bij de Nederlandse junioren.



Figuur 11: Petanque spelen

Haar talentontwikkeling is mede te danken aan een oefenprogramma waaraan zij vanaf haar ontdekking twee jaar deelnam. Daardoor is haar fijne motoriek sterk verbeterd. Vooral touwspelletjes en jongleren zijn daarvoor populair onder jeugdige Petanque-spelers.

Jana legt haar klasgenoten uit waarom het belangrijk is geweest om juist op jeugdige leeftijd die oefeningen te doen en niet toen zij tiener was en trainingen en wedstrijden volgde.

2p **25** Beschrijf welke vorm van leren op zeer jeugdige leeftijd belangrijk is geweest voor Jana en welke vorm van leren tijdens trainingen van belang is op latere tienerleeftijd.