

Staatsexamen HAVO

2025

tijdvak 1
woensdag 14 mei
09.00 – 11.30 uur

Natuur, leven en technologie

College-examen schriftelijk

Voor dit examen zijn maximaal 55 punten te behalen; het examen bestaat uit 24 vragen.

Het examen duurt tweeënhalf uur.

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

Bij de beantwoording van enkele vragen moet het BINAS 7^e 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.

Geef het antwoord van meerkeuzevragen in duidelijke hoofdletters.

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

Stikstof in het Binnenveld

Bora heeft een biologische melkveehouderij in de Gelderse Vallei tussen Wageningen en Veenendaal nabij het Binnenveld. Het Binnenveld is in het kader van Natura-2000 aangewezen als beschermd natuurgebied (figuur 1). Het natuurgebied is een nat veengebied waar veel amfibieën voorkomen en vaak vogels voedsel zoeken.



Figuur 1: Binnenveld

Het grootste deel van het bedrijf van Bora bestaat uit grasland waar zij haar vee laat grazen. Dat ligt op een oude dekzandrug met een lage grondwaterstand (dieper dan 2 meter onder het maaiveld). Een klein deel ligt op een venige kleigrond. Dat is hooiland, waar zij alleen het gras oogst voor ruwvoer in de winter.

De bodemvruchtbaarheid op het bedrijf houdt Bora op peil met dierlijke mest van eigen bedrijf. Zij dient die toe op de wettelijk voorgeschreven wijze met behulp van mestinjectie in de toegestane periode (maart – september). Stikstof krijgt daarbij haar speciale aandacht. De stikstof in dierlijke mest is organisch gebonden (N_{org}) en bodembacteriën zetten deze na toediening om in voor de plant opneembare stikstof. Het grootste deel van deze stikstof neemt het gras op voor groei en zo voorkomt Bora dat veel stikstof uitspoelt naar het grond- en oppervlaktewater dat afvloeit naar het Binnenveld.

- 2p 1 Geef met behulp van twee opeenvolgende chemische omzettingen aan waardoor de organisch gebonden stikstof in de dierlijke mest vooral in de vorm van nitraat uitspoelt naar grond- en oppervlaktewater. Noem bij elke omzetting ook de betrokken groep bacteriën. Gebruik hierbij Binas.

Bora heeft ook in haar stal geïnvesteerd en maakt gebruik van de modernste technieken om stikstofemissies naar de lucht te voorkomen. Zij geeft aan dat zij daarmee ook bijdraagt aan de bescherming van het oppervlaktewater en de biodiversiteit in het Binnenveld.

Door de depositie van stikstof neemt de eutrofiëring namelijk toe.

Hieronder staan enkele uitspraken die al of niet te maken hebben met de stikstofdepositie in natuurgebieden.

- I Stikstofdepositie leidt tot een toename van invasieve exoten in natuurgebieden.
- II Stikstofminnende planten, zoals pijpenstrootje, braam en brandnetel, overwoekeren de oorspronkelijke planten.
- III Eutrofiëring leidt tot het achteruitgaan van het aantal soorten insecten in natuurgebieden.
- IV Door stikstofdepositie neemt de C/N-verhouding van de bodem toe.

- 3p 2 Noteer de cijfers van de uitspraken onder elkaar en noteer daarachter **wel** als deze uitspraak van toepassing is en **niet** als deze niet van toepassing is.

Naast eutrofiëring leidt de stikstofdepositie tot verzuring van de bodem, vooral op droge zandgronden. Bodemverzuring leidt uiteindelijk tot de uitspoeling van calcium en magnesium, belangrijke nutriënten voor plant en dier.

Calciumcarbonaat en magnesiumcarbonaat hebben juist een bufferende werking tegen de bodemverzuring.

- 4p 3 Leg met behulp van twee reactievergelijkingen uit dat bij bodemverzuring zowel calciumionen als magnesiumionen uitspoelen.

Ammonium (NH_4^+) is een stikstofverbinding die sommige planten, naast nitraat, ook kunnen opnemen.

- 2p 4 Leg uit dat door de opname van ammonium door planten calcium kan worden opgenomen, maar ook kan uitspoelen naar het grondwater.

De bodemverzuring ten gevolge van de depositie van ammonium wordt vooral veroorzaakt door de aerobe bacteriën *Nitrosomonas europaea* en *Nitrobacter winogradsky*. Deze bacteriën zijn chemo-autotroof en krijgen geen energie door de oxidatie (verbranding) van koolstofverbinding met zuurstof (O_2), maar door een reactie van stikstofverbindingen.

- 2p 5 Welke voor de plant opneembare vorm van stikstof ontstaat?

- A aminozuren
- B nitraat
- C nitriet
- D stikstofdioxiden
- E stikstofmonoxide
- F ureum

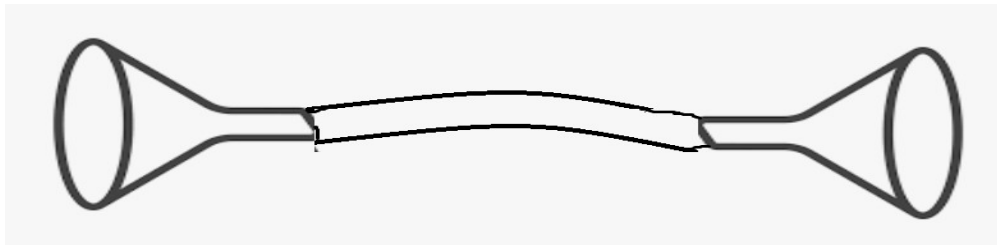
Richtinghoren

Geluid geeft structuur aan de ruimte waar mensen zich in bevinden. Dankzij ons gehoororgaan kan men afstand inschatten en zelfs de richting bepalen waar het geluid vandaan komt. Aan de Radboud Universiteit in Nijmegen hebben wetenschappers Hofman, Van Rijswijk en Van Opstal een interessant experiment uitgevoerd naar richtinghoren. Richtinghoren is het horen vanuit welke richting het geluid komt. De onderzoekers deden in de oorschelp van proefpersonen een malletje dat het richtinghoren verstoort. In het begin maakten de proefpersonen veel fouten, maar na enkele dagen herstelde het richtinghoren enigszins en verbeterde in de weken erna. Opvallend was dat de proefpersonen op een gegeven moment zowel met als zonder mallen geluid konden lokaliseren. Dit betekent dat zowel het oude als het nieuwe 'richtinghoorprogramma' in de (1) is opgeslagen en naar gelieve kan worden gebruikt.

- 1p 6 Welk woord ontbreekt bij (1)?

Ook blijken onze ogen van invloed op ons richtinghoren. Niet alleen helpen ze, maar ze trainen ook onze hersenen bij de reconstructie van de geluidsrichting. Onderzoekers van de afdeling Biofysica van de Katholieke Universiteit Nijmegen hebben dit aangetoond. Deze conclusies vegen het idee van tafel dat blinde mensen beter zouden kunnen richtinghoren dan zienden. Dat het onderzoek in Nijmegen aantoont dat blinde mensen niet beter richtinghoren dan zienden, is zeer discutabel.

- 3p 7 Noem drie onderdelen waar het onderzoek aan moet voldoen om aan te tonen dat blinde mensen niet beter richtinghoren dan zienden.



Figuur 2: Trechters met rubberen slang om richtinghoren mee te testen.

Jan voert in het NLT-lokaal bij een klasgenoot een experiment uit om richtinghoren te testen. Hij gebruikt daarbij twee trechters die zijn verbonden door een rubberen slang (figuur 2). De linker trechter plaatst hij bij de klasgenoot voor het linkeroor, de rechter bij het rechteroor. De slang ligt voor de klasgenoot onzichtbaar achter het hoofd. Op de slang zitten centimeterstreepjes. Wanneer hij precies in het midden slaat, hoort de klasgenoot één tik. Bij meer dan 5 cm uit het midden hoort de klasgenoot twee tikken. Het geluid is dan afkomstig van de lucht, niet van het plastic en rubber.

- 1p 8 Bereken het minimale weglengteverschil van het geluid als de klasgenoot twee tikken hoort.

- 2p **9** In het NLT-lokaal is de luchttemperatuur 20 °C.
Bereken de tijd tussen de tikken in milliseconden. Zoek de gegevens op in Binas/ScienceData.

Stel dat de temperatuur in het klaslokaal op een warme zomerse dag stijgt naar 40 °C, dan verandert de snelheid van het geluid.

- 2p **10** Leg uit of de afstand waar je moet tikken dichterbij het midden ligt of juist verder van het midden ligt om hetzelfde tijdsverschil als bij vraag 9 te krijgen.

Er bestaat een formule om het geluidsniveau vast te stellen in decibel. Deze luidt:

$$L = 10 \cdot \log(I / I_0)$$

Daarin is: L = geluidsniveau in dB

I = geluidsintensiteit in W/m^2

I_0 = drempelwaarde van 10^{-10} W/m^2

Stel dat het linkeroor van de klasgenoot waarbij Jan het experiment uitvoert, geluid ontvangt met een geluidsintensiteit van 10^{-8} W/m^2 .

Het rechteroor ontvangt geluid met een intensiteit die 6% minder is.

- 4p **11** Bereken op basis van deze gegevens het verschil in geluidsniveau tussen het linkeroor en het rechteroor.

Automatische Externe Defibrillator

Op het perron van het station in Haarlem hangt een bijzonder apparaat: een Automatische Externe Defibrillator (AED, figuur 3). De AED is bedoeld om mensen met een acute hartstilstand zo snel mogelijk te helpen, omdat alleen reanimatie vaak onvoldoende is.



Figuur 3: AED-apparaat op station Haarlem

De AED bevat twee elektroden. Die plaatst een hulpverlener op de borstkas van het slachtoffer, waarna de AED het hartritme analyseert. Het apparaat geeft vervolgens precies aan wat er moet gebeuren: doorgaan met reanimeren of op de knop drukken om een schok toe te dienen.

Bij een hartstilstand staat het hart meestal niet helemaal stil, maar is de pompfunctie van het hart ernstig verstoord. Deze verstoring heet ventrikelfibrillatie: vele kleine elektrische stroomstootjes naast elkaar verhinderen een evenwichtig verloop van de impulsen over de kamers. Vaak valt ook de polsslag snel weg.

Het is van groot belang om iemand met een acute hartstilstand binnen zes minuten te helpen om te voorkomen dat diegene sterft.

Bij een situatie op het station Haarlem vertoonde iemand verschijnselen die horen bij een hartstilstand. Gelukkig was er een hulpverlener op het perron.

3p **12** Wat is de juiste volgorde van handelingen van de hulpverlener wanneer hij of zij ontdekt dat iemand een hartstilstand heeft?

1p **13** Leg uit dat het belangrijk is om het hart zo snel mogelijk weer normaal te laten samentrekken bij iemand met ventrikelfibrilleren.

In Nederland krijgen elke dag gemiddeld 40 mensen een hartstilstand ten gevolge van ventrikelfibrilleren buiten het ziekenhuis. Bij ventrikelfibrilleren vinden de samentrekkingen van de spieren in de wand van de kamers en de boezems onafhankelijk van elkaar plaats. Bij een patiënt met de verschijnselen van ventrikelfibrilleren is de polsslag nauwelijks voelbaar.

1p **14** Verklaar waarom de polsslag bij ventrikelfibrilleren erg snel wegvalt.

Bij een gezond persoon zorgt een samenwerking van de sinusknop, AV-knoop en bundel van His voor het samentrekken van het spierweefsel van boezems en kamers. De bundel van His geleidt de ontstane impuls naar de bundeltak tussen rechterkamer en linkerkamer.

De hartspieren van de kamers trekken dan samen wanneer de membraanpotentiaal voldoende hoog is.

Hieronder staan vier beweringen die daarop betrekking hebben.

- I De sinusknop zorgt voor een vertraging van de impulsgeleiding, waardoor het bloed van de boezems naar de kamers kan stromen.
- II De bundel van His zorgt ervoor dat de rechterkamer eerder samentrekt dan de linkerkamer.
- III De actiepotentiaal die zorgt dat een hartcel actief wordt, die ontstaat in de grote hersenen.
- IV Bij hartspiercellen ligt de membraanpotentiaal in rust op ongeveer -90 millivolt (mV).

2p 15 Noteer de cijfers onder elkaar en schrijf daarachter of de betreffende bewering juist of onjuist is.

De membraanpotentiaal van een hartcel ontstaat door het verschil in de concentraties van natriumionen (Na^+), kaliumionen (K^+) en calciumionen (Ca^{2+}) in en buiten de cel.

De concentratie Na^+ is veel hoger buiten de cel dan binnen de cel. Als de membraan doorlaatbaar is voor Na^+ ionen, stromen deze door de diffusiekracht naar binnen. Maar hierdoor komen er in de cel meer positieve ladingen en wordt de membraanpotentiaal positiever, waardoor Na^+ steeds moeilijker naar binnen stroomt. Op een gegeven moment is er een evenwicht tussen de diffusiekracht en de elektrische kracht: de evenwichtspotentiaal is bereikt. Deze potentiaal heet de *Nernstpotentiaal*. K^+ beweegt zich juist in de andere richting, omdat de K^+ -concentratie binnen hoger is dan buiten de celmembraan. K^+ ionen stromen dus naar buiten en de *Nernstpotentiaal* krijgt een negatieve waarde.

Voor de berekening van de Nernstpotentiaal geldt een formule (zie schema).

Formule:	Legenda:
$E = \frac{R \cdot T}{F \cdot z} \ln \frac{[\text{buiten}]}{[\text{binnen}]}$	E: Nernstpotentiaal (V)
	[buiten]: concentratie van het ion ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) buiten de cel
	[binnen]: concentratie van het ion ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) in de cel
	R: gasconstante ($=8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$)
	T: temperatuur in graden Kelvin
	F: constante van Faraday ($=9,6485 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$)
	z: de lading van het ion (valentie)
	ln: natuurlijk logaritme

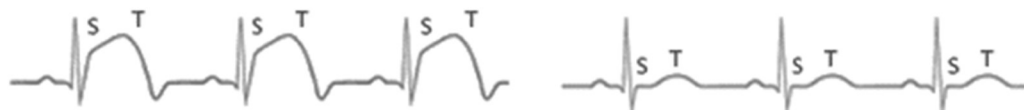
Bij een gezond persoon meet een arts op een bepaald moment de volgende waarden voor de concentraties van Na^+ en K^+ . Deze persoon heeft een normale lichaamstemperatuur ($36,5^\circ \text{C}$).

Ion	Binnen (mmol/l)	Buiten (mmol/l)
Na^+	15	150
K^+	150	5

- 2p **16** Bereken de Nernstpotentiaal van deze persoon voor zowel Na^+ als K^+ met de formule voor Nernstpotentiaal.

Bij iemand die een acuut hartinfarct heeft gehad is de ECG afwijkend. Die afwijking is te herkennen aan het lijnstukje in de ECG tussen de letters QRS en de T-top: dit lijnstukje heet het ST-segment. In figuur 4 is te zien dat dit lijnstukje tijdens een hartinfarct hoger is dan normaal.

- 2p **17** Bekijk de afbeeldingen in figuur 4 zorgvuldig en leg uit waarom de verhoging van het ST-segment ontstaat.



Figuur 4: ST-segmenten bij een ECG. Links een ECG tijdens een hartinfarct. Rechts een ECG van een gezond hart zonder afwijking.

Schaatsenrijden

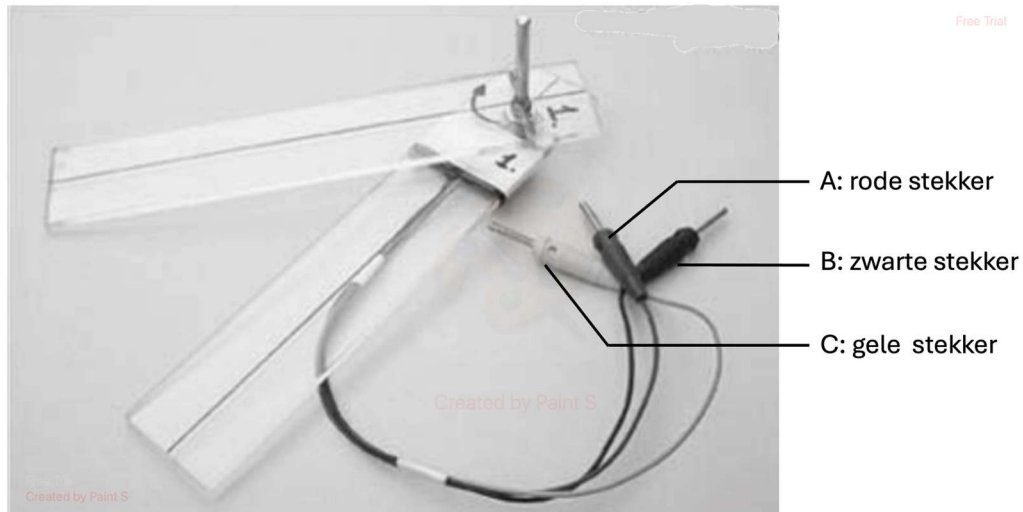
Alles bij het wedstrijdschaatsen begint bij een goede houding. Daarin zijn enkele zaken essentieel. De houding begint bij het maken van een bolle rug, terwijl je doet alsof je op de WC zit. Hierbij is het heel belangrijk dat ook het bekken achterover is gekanteld, waardoor je onderrug ook een bol verloop heeft (zie figuur 5). Door deze kanteling krijg je meer gewicht op je hakken, wat gunstig is om krachtig te kunnen afzetten.



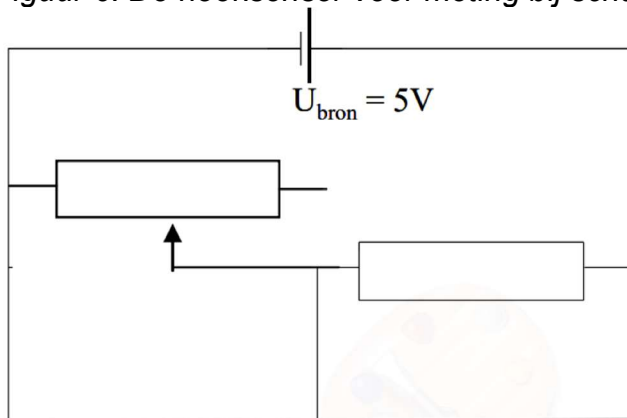
Figuur 5: De ideale schaatshouding

Een ander belangrijk onderdeel bij een ideale schaatshouding zijn de hoeken. Allereerst is dat de enkelhoek: de hoek tussen de voet en het onderbeen. Door de knieën zo ver mogelijk naar voren te duwen verkleint de enkelhoek. Bovendien is van belang de kniehoek: de hoek tussen het onderbeen en het bovenbeen. Deze is optimaal bij een hoek van 90° . Maar fysiek is minimaal een hoek van 110° haalbaar.

Manon heeft NLT en is een fanatiek schaatsster. Ze maakt als opdracht van haar docent een hoeksensor. Deze staat afgebeeld in figuur 6.



Figuur 6: De hoeksensor voor meting bij schaatsafzet.



Figuur 7: Schematische tekening hoeksensor

De gebouwde hoeksensor bestaat uit een variabele potmeter van 0 – 30 Ω en een vaste ohmse weerstand van 20 Ω . De hoeksensor heeft drie kleuren stekkers, een rode (A) die Manon op 5 V aansluit, een zwarte (B) die zij op 0 V aansluit en een gele (C) die het signaal doorgeeft. In figuur 7 is ook de hoeksensor schematisch weergegeven, maar de drie stekkers ontbreken en moeten nog aangesloten worden.

- 3p **18** Benoem in de uitwerkbijlage (figuur 7) met de letters A, B, C de drie verschillende plaatsen waar Manon respectievelijk de rode, de zwarte en de gele stekker aansluit.

Leg per stekker ook uit waarom Manon die op dat punt aansluit.

Tip: bij een kleine hoek van de hoeksensor heeft de potmeter een lage waarde en is het signaal ook laag.

Voor de signaalspanning geldt de formule:

$$U_s = U_b \times R_1 / (R_1 + R_2)$$

Manon stelt de potmeter in op een minimale waarde en op een maximale waarde. Daardoor ontstaat een minimale en maximale signaalspanning.

- 2p **19** Bereken zowel de minimale als de maximale signaalspanning.

Manon ikt de hoeksensor en varieert daarvoor de hoek en meet vervolgens de signaalspanning. De resultaten noteert ze in een tabel (figuur 8).

Hoek in graden	Spanning in Volt
0	0,0
30	0,4
60	0,8
90	1,5
120	1,8
150	2,1
180	2,6

Figuur 8: IJken van de hoeksensor

- 3p **20** - Teken in de uitwerkbijlage een lijndiagram van de resultaten.
- Bepaal met behulp van deze lijndiagram de gevoeligheid van de hoeksensor.

Manon heeft de hoekmeter aan haar rechterbeen. Voor een optimale afzet varieert per slag de afzethoek tussen de 90° en 180°.

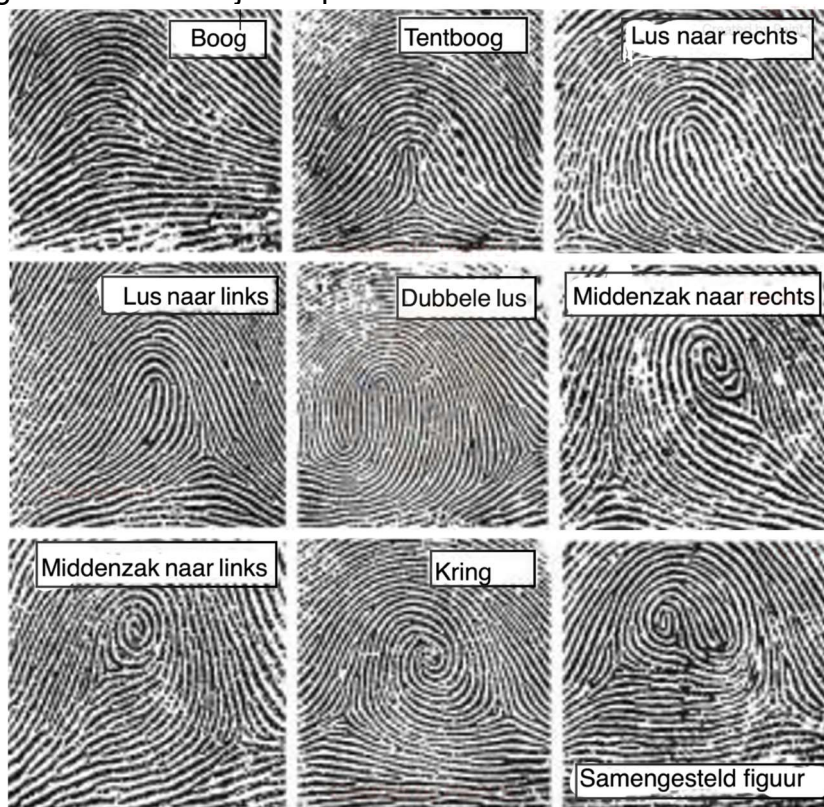
- 1p **21** Tussen welke twee waarden varieert de weerstand van de potmeter bij een afzet tussen de 90° en 180°?
- A** 0 Ohm en 20 Ohm
B 0 Ohm en 30 Ohm
C 7 Ohm en 20 Ohm
D 7 Ohm en 30 Ohm

Vingerafdrukken en DNA als bewijs

Voor de politie zijn DNA-testen tegenwoordig het ultieme wapen tegen criminaliteit. Men kan snel DNA-sporen laten testen en vergelijken met de gegevens in een database. Dertig jaar terug koste dit onderzoek nog erg veel tijd en werd het alleen bij ernstige delicten ingezet. Tegenwoordig gebruikt de politie DNA zelfs bij onderzoek naar inbraken.

Eind negentiende eeuw was er een doorbraak van gelijke orde in het forensisch onderzoek. Steden als Londen namen enorm toe in bevolkingsaantallen en daardoor nam ook de criminaliteit toe. Een groot probleem voor de Londense politie was het vaststellen van iemands identiteit. Hoe bewijs je dat mensen zijn wie ze zeggen dat ze zijn. De politie was destijds voornamelijk afhankelijk van opgeslagen politiefoto's. Maar het identificeren van iemand aan de hand van foto's kostte erg veel tijd.

Ruim een eeuw geleden, rond 1900, ontwikkelde Azizul Haque uit Kolkata, India, een systeem om vingerafdrukken onder te verdelen in subgroepen. Hij baseerde die op hoofdpatronen en de verschillen in kleine details (minutiae). Zie voor die indeling figuur 9. Hij was hierdoor in staat om binnen vijf minuten iemand te identificeren. Later verspreidde zijn methode zich via Engeland over de gehele wereld en werd vooral bij forensisch onderzoekers bij de politie geliefd om misdrijven op te lossen.



Figuur 9 a: Enkele hoofdpatronen van vingerafdrukken (vergroot weergegeven in de bijlage).

Minutiae	Naam
	Beginnende of eindigende <u>papillairlijn</u>
	Bifurcatie
	Oog
	Lijnfragment
	Lijnunit
	Haak
	<u>Crossover</u>

Figuur 9 b: Minutiae (vergroot weergegeven in de bijlage).

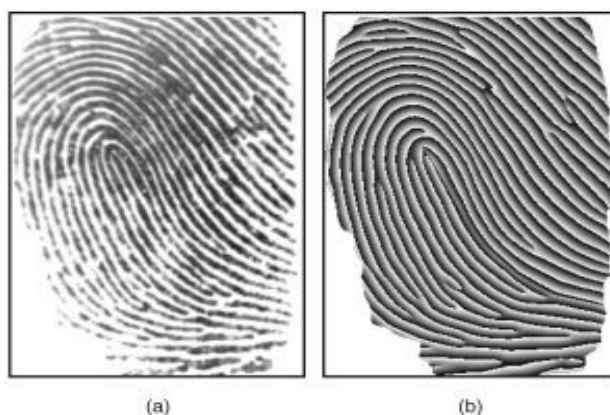
Werk je bij de politie als forensisch onderzoeker, dan maak je sporen zichtbaar op de plaats van een misdrijf of ongeluk. De onderzoeker stelt bijvoorbeeld vingerafdrukken, genetisch materiaal of voetstappen veilig, en onderzoekt en analyseert vervolgens de onderlinge samenhang van deze sporen. Sommige van deze sporen zijn biologisch, andere zijn niet-biologisch. Vingerafdrukken en DNA-sporen zijn belangrijke sporen.

1p 22 Zijn vingerafdrukken en DNA-sporen biologische of niet-biologische sporen?

Antwoord met één hoofdletter.

- A** Vingerafdrukken en DNA-sporen zijn beide biologische sporen.
- B** Vingerafdrukken en DNA-sporen zijn beide niet-biologische sporen.
- C** Vingerafdrukken zijn biologische en DNA-sporen zijn niet-biologische sporen.
- D** Vingerafdrukken zijn niet-biologische en DNA-sporen zijn biologische sporen.

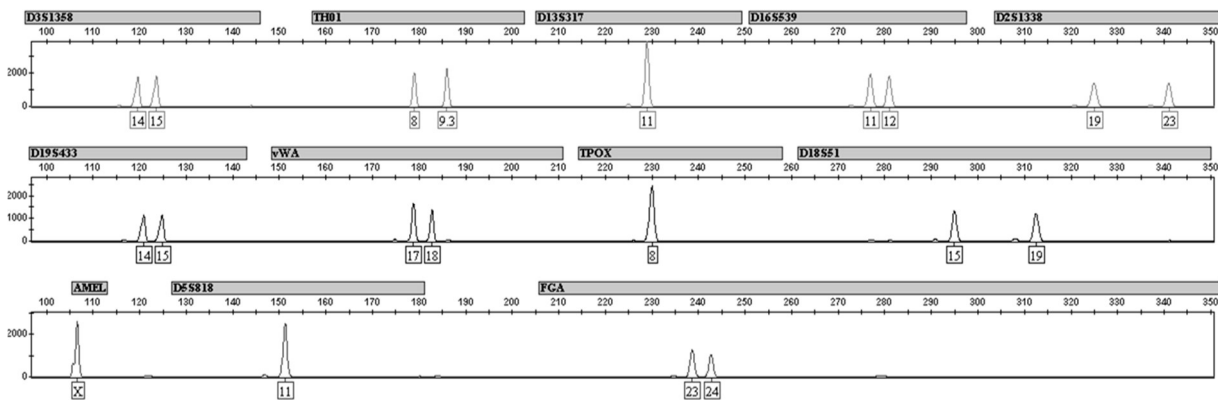
Als forensisch onderzoeker plaats delict werk jij bij de politie. Op een plaats waar een misdrijf is gepleegd heb je de onderstaande vingerafdruk gevonden. Deze heb je daarna bewerkt (figuur 10).



Figuur 10: Vingerafdruk gevonden op een plaats delict: de originele (a) en de bewerkte vingerafdruk (b).

- Jij hebt ook de vingerafdrukken gekregen van meerdere verdachten.
- 4p **23** Voer de volgende drie opdrachten uit. Gebruik daarbij figuur 9 en de uitwerkbijlage bij vraag 23:
- Geef aan wat in de vingerafdruk het hoofdpatroon is.
 - Geef in de vingerafdruk drie verschillende minutiae aan.
 - Beschrijf de stappen voor het handmatig vergelijken van de gevonden vingerafdruk met de vingerafdrukken van de verdachten om vast te stellen welke verdachte de mogelijke dader is.
- Let op: de afbeeldingen in figuur 9 zijn ook vergroot weergegeven in de bijlage.

Forensisch onderzoekers kunnen voor Nederland bij DNA-sporen berekenen wat de kans is op het vinden van een overeenkomstig DNA-profiel (figuur 11).



Figuur 11: DNA-profiel (vergroot weergegeven in de uitwerkbijlage)

- 4p **24** Bereken met behulp van de tabel in de uitwerkbijlage de kans op een overeenkomst.
- Let op: Voor de loci D13S317, TPOX en D5S818 geeft de tabel niet de frequentie. Ook is het geslachtskenmerk geen onderdeel van de berekening.