

Natuur, leven en technologie

College-examen schriftelijk

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage bij vraag 4, vraag 11 en vraag 17.

Voor dit examen zijn maximaal 53 punten te behalen; het examen bestaat uit 25 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 is het gebruik van de BINAS 7^e druk of ScienceData 1^e druk noodzakelijk.

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.

Prestatieverbetering op de zevenkamp

Elke sporter wil zich verbeteren of het niveau behouden. In de atletiek geldt dat voor zowel marathonlopers, kogelstoters als voor hoogspringers. In het verleden ging het vooral om hard trainen. Maar inmiddels bestaat een trainingsmethode uit veel meer. Denk niet alleen aan interval, snelheid en uithoudingsvermogen, maar ook aan lenigheid, voeding, spierherstel en allerlei specifieke techniekonderdelen. De aanpak van een training wordt zelfs ook steeds belangrijker voor recreatiesporters.

- 2p 1
- Noem een reden waarom recreatiesporters hun prestaties willen verbeteren.
 - Leg uit waarom die reden voor jou persoonlijk wel of niet geldt.

Nina zit in havo 5 en is al jaren lid van een atletiekvereniging. Ze komt, net als vorig jaar, uit in de leeftijdscategorie meisjes 16 - en 17- jarigen (U18) en wil graag goed presteren op zevenkamp tijdens de kampioenschappen van haar club aan het einde van de zomer. De 800 meter (figuur 1) en het verspringen zijn haar favoriete onderdelen.



Figuur 1: 800 meter meisjes U18

Aan het begin van het seizoen liep ze de 800 meter in ongeveer tweeënhalve minuut: 2 minuten 28,04 seconden (2:28,04).

Halverwege het seizoen had ze die tijd nog niet verbeterd. Samen met haar trainster besloot ze niet vaker of langer te trainen, maar meer te trainen op kracht en de afwikkeling van haar voeten. Ook haar voeding paste ze aan. Vanaf begin juli verbeterde ze haar tijd aanzienlijk: in augustus liep ze zelfs zes seconden sneller. Ze was superblij, want nu maakte ze kans op een podiumplaats. Haar trainster had video-opnames gemaakt en wees Nina erop dat de winst vooral ligt bij de versnelling in de eerste meters na de start, waardoor haar aanvangssnelheid duidelijk hoger lag. Vermoedelijk heeft de krachttraining daar een belangrijke bijdrage aan geleverd.

- 2p 2
- Leg met behulp van een natuurkundige formule uit waarom krachttraining haar versnelling bij de start vergroot.

Voeding met de juiste verhouding aan voedingsstoffen is cruciaal bij sport. Bij krachttraining spelen vooral eiwitten een belangrijke rol. Bij duursporten is juist een koolhydraatrijk dieet zinvol.

- 2p 3
- Geef een voorbeeld van een voedingsmiddel dat eiwitrijk is.
 - Leg uit waarom eiwitten belangrijk zijn na een training.

Rust is essentieel voor herstel. Wie te weinig rust neemt, boekt minder snel vooruitgang. Daarom bevatten trainingsprogramma's altijd rustmomenten. Die verschillen per type training. Nina traint nog steeds vijf keer per week, maar neemt nu voldoende rust.

Ze liep in juli op enkele zaterdagmiddagen een testwedstrijd op de 800 meter.

Haar uitgangstijd was 2 minuten en 28,0 seconden (2:28,0).

In week 27 liep ze de 800 meter in 2 minuten en 25,1 seconden (2:25,1).

In week 28 liep ze die in 2 minuten en 23,3 seconden (2:23,3).

Na een week zonder wedstrijd, liep ze in week 30 de afstand in 2 minuten en 22,4 seconden (2:22,4).

Het verloop van de vooruitgang is opvallend, maar niet ongebruikelijk.

- 3p 4 - Teken in de uitwerkbijlage een lijndiagram die de vooruitgang van Nina in beeld brengt. Gebruik de weeknummers op de x-as en tijden in seconden op de y-as.
Noteer haar uitgangstijd van 2:28,0 als een tijd die ze in week 26 nog liep.
- Wat valt je op aan het verloop van haar vooruitgang?

- 2p 5 Beschrijf een biologisch proces dat in de spiercel optreedt tijdens de rust.

Nina heeft ook haar prestaties bij het verspringen verbeterd. Bij het verspringen is krachttraining belangrijk om verder te kunnen springen en blessures te voorkomen. Nina traint daarom haar beenspieren met sprong oefeningen. Daarbij maakt ze een diepe kniebuiging (hurkhouding, figuur 2), maar niet zó diep dat de kracht op de knie te groot wordt.



Figuur 2: Hurkhouding

- 2p 6 - Teken twee stickdiagrammen van Nina: één vlak vóór de afzet en één vlak na de afzet.
- Geef in beide tekeningen de grootte van de kniehoek in graden aan.
- Leg kort uit waarom een te diepe kniebuiging het risico op blessures kan vergroten.

Smartwatch redt levens

Op de school van Achmed en Marja is het niet meer toegestaan een mobieltje in de klas te hebben. Maar er bestaat geen regel tegen het dragen van een smartwatch.

Smartwatches (figuur 3) kunnen meer dan verbinding maken met sociale media en stappen tellen. Sommige modellen zijn uitgerust met sensoren die je hartslag bijhouden en zelfs waarschuwen voor hartritmestoornissen zoals boezemfibrilleren.



Figuur 3: Smartwatch

Boezemfibrilleren is een stoornis die vaak

voorkomt bij ouderen en aan de aandacht kan ontsnappen. Een snelle waarschuwing door een smartwatch kan mensenlevens redden.

In Nederland krijgen jaarlijks tienduizenden mensen te maken met hartproblemen. Vaak komt dit door slagaderverkalking, een proces waarbij vet en kalk zich afzet op de slagaderwand. Hierdoor kan het hart minder goed bloed rondpompen. Een plotselinge afsluiting van de kransslagader kan zelfs leiden tot een hartinfarct. Smartwatches kunnen in zo'n situatie helpen te voorkomen dat een arts te laat een hartinfarct als diagnose stelt.

Een smartwatch detecteert een afwijking en kan waarschuwen voor een verhoogde bloeddruk.

- 2p 7 Leg uit wat het verband is tussen slagaderverkalking en een verhoogde bloeddruk.
- 2p 8 Welk onderdeel van het hart genereert als eerste een elektrisch signaal bij een hartslag?
- A aorta
 - B AV-knoop
 - C linkerboezem
 - D sinusknop

- 1p 9 Wat gebeurt er in het hart bij boezemfibrilleren?

Hoewel een smartwatch geen vervanging is van een arts wordt er wel veel onderzoek naar gedaan. Het wetenschapsblad *Physiological Measurement* publiceerde in 2023 zo'n onderzoek. Dat onderzoek ging over twee soorten metingen naar boezemfibrilleren met behulp van een smartwatch: de photoplethysmografie (PPG) en het electrocardiogram (ECG). PPG is een techniek die licht gebruikt om veranderingen in de doorbloeding te meten.

ECG meet de elektrische activiteit van het hart met elektrodes. Uit dit onderzoek blijkt dat smartwatches met PPG boezemfibrilleren met 97,4% sensitiviteit en 96,6% specificiteit detecteert. Smartwatches met ECG scoorden iets lager, met 83% sensitiviteit en 88,4% specificiteit.

In Leiden dragen 10.000 mensen een smartwatch met PPG. Van hen hebben er 1.000 daadwerkelijk boezemfibrilleren.

- 2p **10** Bereken met behulp van de uitkomsten van het Leidse onderzoek hoeveel mensen met boezemfibrilleren een correcte waarschuwing krijgen van hun smartwatch en geef je antwoord als een heel getal.

Het hartritme met behulp van een ECG is niet alleen in een laboratorium af te lezen in een diagram. Sommige mensen gebruiken daarvoor tegenwoordig steeds een smartwatch, ook al is een smartwatch echter geen vervanging van een arts.

Het ECG van iemand met boezemfibrilleren verschilt met dat van iemand met een normaal hartritme. In het tabellenboek staat een diagram van een ECG dat normaal is.

- 3p **11** - Teken in de uitwerkbijlage boven de ECG van een normaal hartritme de ECG van een persoon met boezemfibrillatie.
- Benoem twee verschillen.

Achmed en Marja hebben op internet een artikel gevonden waarin staat dat het gebruik van smartwatches wereldwijd is gegroeid tot 7,2% in 2025.

Daardoor zouden steeds meer mensen hun gezondheidsdata kunnen bijhouden. Zij stellen: "Dankzij het toegenomen gebruik van smartwatches kunnen steeds meer mensen hun gezondheidsdata bijhouden, waardoor de volksgezondheid juist verbetert."

- 2p **12** Geef jouw mening over hun stelling en onderbouw die met twee argumenten.

Bankoverval

Een drietal mannen overviel enkele maanden geleden in Den Haag een filiaal van de Amerikaanse bank Western Union. Bij de vluchtpoging moest de auto plots afremmen voor een politieauto die de weg barricadeerde. De vluchtauto remde snel af, maar reed toch met de inzittende bankovervallers in de gracht. De bankovervallers ontsnapten al zwemmend, maar moesten hun buit in de auto achterlaten. De politie takelde met hulp van een gespecialiseerd takelbedrijf de auto uit het water. In figuur 4 hangt de auto boven de gracht aan een hijskabel.



Figuur 4: Opgetakelde vluchtauto overvallers

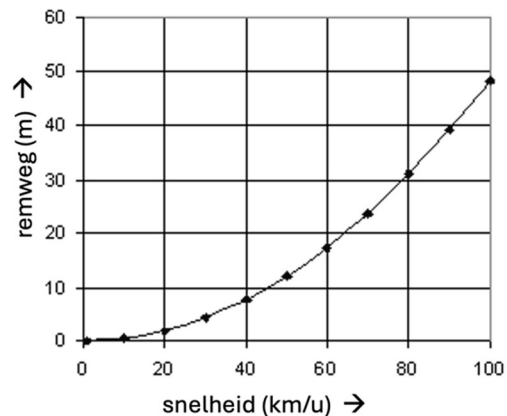
- 2p 13 Leg uit of de kracht in de hijskabel boven het water groter of kleiner is dan wanneer de auto zich onder water bevindt.

Vlak voordat de auto het water inreed, liet die een remspoor achter.

- 2p 14 Leg uit of het opmeten van het remspoor het werk van een rechercheur of van een forensisch onderzoeker is.

Het achtergelaten remspoor had een lengte van 10 meter. Bij het opmeten van dit remspoor is de minimale snelheid te berekenen van de auto juist voordat die remde en daarna de gracht inreed. Er is immers een verband tussen remweg en aanvangssnelheid, zoals weergegeven in figuur 5.

- 1p 15 Bepaal met figuur 5 de minimale snelheid die de auto had voordat deze begon te remmen.



Figuur 5: Relatie tussen snelheid en remweg

- 2p 16 Leg uit waarom uit het remspoor de minimale snelheid te halen is, en niet de gemiddelde snelheid.

De overvallers droegen in de auto vermoedelijk geen handschoenen. De ontdekte vingerafdrukken op het stuur zouden van de overvallers kunnen zijn. In figuur 6 staat één van die vingerafdrukken. De vingerafdruk is vergroot weergegeven in de uitwerkbijlage. De politie nam enkele karakteristieke minutiae (oude naam typica) waar in de aangetroffen vingerafdruk.



Figuur 6: Aangetroffen vingerafdruk

3p 17 Beschrijf drie van deze minutiae in de aangetroffen vingerafdruk.

Vitaliteit Veluwe boswachterijen

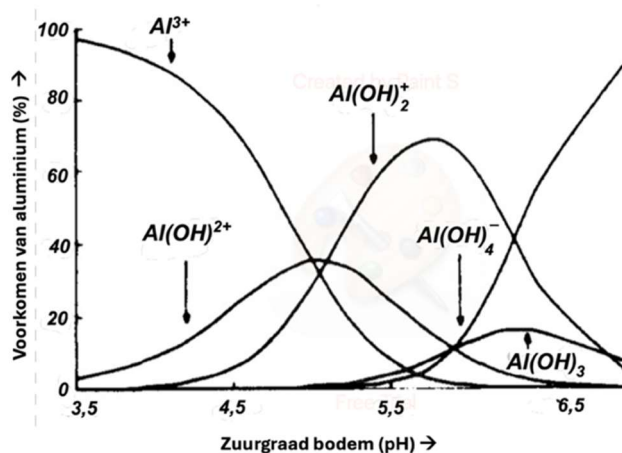
Harm volgt de opleiding Bos- en Natuurbeheer. Voor zijn afstudeeropdracht onderzoekt hij de vitaliteit van naaldbossen op de Veluwe in drie boswachterijen. Hij vermoedt dat er een verband bestaat tussen de vitaliteit van bomen en de ammoniakuitstoot van nabijgelegen veehouderijen. Ammoniak (NH_3) uit de lucht komt via neerslag in de bodem terecht als ammonium (NH_4^+).

Harm vergelijkt de drie locaties:

1. **Boswachterij Nunspeet:** arme, droge zandgrond
2. **Boswachterij Oostereng:** matig arme zandgrond
3. **Boswachterij Dieren:** lemige zandgrond met löss

Op elke locatie selecteert hij vijf zaailingen van vijf jaar oude Douglassparren (*Pseudotsuga menziesii*). Hij graaft de wortels uit tot 25 cm diepte en meet de wortellengte in het laboratorium. Ook neemt hij bodemmonsters om de pH, het gehalte aan vrij aluminium (Al^{3+}) en de concentraties calcium (Ca^{2+}) en magnesium (Mg^{2+}) te bepalen.

Calcium en magnesium zijn belangrijke mineralen en zorgen voor een stabiele bodemstructuur. Bij een lage pH kunnen deze mineralen echter uitspoelen naar het grondwater. Tegelijkertijd komt bij een lage pH meer aluminium vrij in de bodemoplossing, wat schadelijk is voor haarwortels.



Figuur 7: Verband tussen bodem-pH en aluminium in de bodemoplossing

In een tabel neemt Harm alle gemeten gegevens op (figuur 8).

Boswachterij	klasse bodem-pH	gemiddelde wortellengte (m)	Al ³⁺ (ppm)	Ca ²⁺ (ppm)	Mg ²⁺ (ppm)
Nunspeet	3,7 – 4,0	28,5	210	60	25
Oostereng	4,0 – 4,3	36,8	180	200	30
Dieren	4,3 – 4,6	34,0	140	300	40

Figuur 8: Verband bodemchemie en wortellengte

De verhouding tussen vrij aluminium en de som van calcium en magnesium ($Al / (Ca + Mg)$) heet in de bosbouw de aluminium-basenverhouding. Deze verhouding zegt iets over de gezondheid van de bodem.

- 3p 18 Maak met de gegevens uit de tabel een staafdiagram die laat zien dat de aluminium-basenverhouding verschilt tussen de drie boswachterijen. Gebruik op de x-as de boswachterijen en op de y-as de aluminium-basenverhouding.

Tot zijn verbazing ziet Harm dat de wortellengte bij een hogere pH weer korter wordt. Hij had verwacht dat wortels juist beter groeien bij een hogere pH, omdat er dan minder schadelijk aluminium vrijkomt.

- 2p 19 Beredeneer wat de oorzaak kan zijn dat de wortellengte bij een bodem-pH tussen 4,3 en 4,6 toch kleiner is dan bij een bodem pH tussen 4,0 en 4,3.

Op de Veluwe liggen veel natuurgebieden op zandgrond, vaak in de buurt van intensieve veehouderijbedrijven die ammoniak uitstoten. Harm vraagt zich af hoe neergeslagen ammonium (NH_4^+) bijdraagt aan verzuring van de bodem. Chemisch gezien kan ammonium per mol één mol H^+ afstaan. Uit rapporten van het RIVM en Wageningen Universiteit blijkt echter dat in de bodem een extra verzurend proces optreedt. Daarbij zetten bacteriën zoals *Nitrosomonas* en *Nitrobacter* ammonium om in nitraat. Er ontstaan zo nitraatgehalten in het grondwater die soms hoger zijn dan de Europese norm van 50 mg/l.

Dit proces verloopt volgens de vergelijking:



- 2p 20 Hoe heet dit biologische proces waarbij nitraat ontstaat uit ammonium?

- A aerobe dissimilatie
- B ammonificatie
- C nitrificatie
- D stikstoffixatie

- 2p 21 Onderbouw met twee argumenten welke van de drie onderzochte boswachterijen de bodem de meest gunstige omstandigheden biedt voor wortellengte van de Douglassparren. Gebruik gegevens uit de tabel om je antwoord te onderbouwen.

De Jager

Op de Veluwe jagen veel mensen op wilde zwijnen, zeker in jaren dat er veel van rondlopen. De meeste jagers zijn rechtshandig.

Erik is een rechtshandige jager en krijgt na verloop van tijd last van zijn gehoor.



Figuur 9: Rechtshandige jager

- 2p **22** Leg uit welk oor het meest gehoorverlies heeft en waarom.
- 2p **23** Leg uit wat voor de jager moeilijk wordt om te horen, terwijl het oor zonder gehoorverlies nog prima hoort.

Omdat Erik aan tafel zijn vrouw weleens verkeerd verstaat, dringt zij er bij hem op aan om naar de huisarts te gaan. Zijn vrouw wil wel eens weten welk onderdeel van het gehoororgaan mogelijk beschadigd is.

- 2p **24** Verklaar welk onderdeel van het oor bij de jager waarschijnlijk beschadigd is.

De huisarts stuurt de jager door naar de KNO-arts in het ziekenhuis. Die neemt een gehoortest af. De jager volgt bij de testen met zijn slechte oor de 60-foonlijn die afgebeeld staat in een isofonendiagram (zie Binas 27C1 / ScienceData 2.1d).

Iedere 3 dB verhoging betekent een verdubbeling van de luidheid in W/m^2 .

- 3p **25** Bereken hoeveel keer groter de luidheid is bij 1000 Hz vergeleken met de 60-foonlijn.