

Examen HAVO 2025

tijdvak 1
woensdag 14 mei
13.30 - 16.30 uur

biologie

Gebruik zo nodig het informatieboek Binas of ScienceData.

Dit examen bestaat uit 48 vragen.

Voor dit examen zijn maximaal 69 punten te behalen.

Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

Als bij een open vraag een verklaring, uitleg of berekening gevraagd wordt, 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 en gezonde organismen.

De zeearend moet blijven!

Thomas van der Es werkt als boswachter voor Staatsbosbeheer in Nationaal Park De Biesbosch. In dit gebied zet hij zich in voor het behoud van de biodiversiteit.

De Biesbosch is een waterrijk natuurgebied met veel wilgenbossen. Sinds 2006 broeden er zeearenden (afbeelding 1). Vanaf 1990 nam de populatie zeearenden in Duitsland toe door een afname van het gebruik van bepaalde insecticiden en door een jachtverbod.

afbeelding 1



afbeelding 2



Zeearenden werden al eerder in Nederland waargenomen, maar pas vanaf 2006 vestigden ze zich. Dat kon doordat er steeds meer natte natuurgebieden ontstonden, waar vogels die prooi zijn voor de zeearend, in grote groepen aanwezig zijn. Afbeelding 2 toont de plaatsen waar nu zeearenden broeden in Nederland.

- 1p 1 Wat is de biologische term voor een geschikt leefgebied van een soort?
- A ecosysteem
 - B habitat
 - C populatie
 - D trofisch niveau

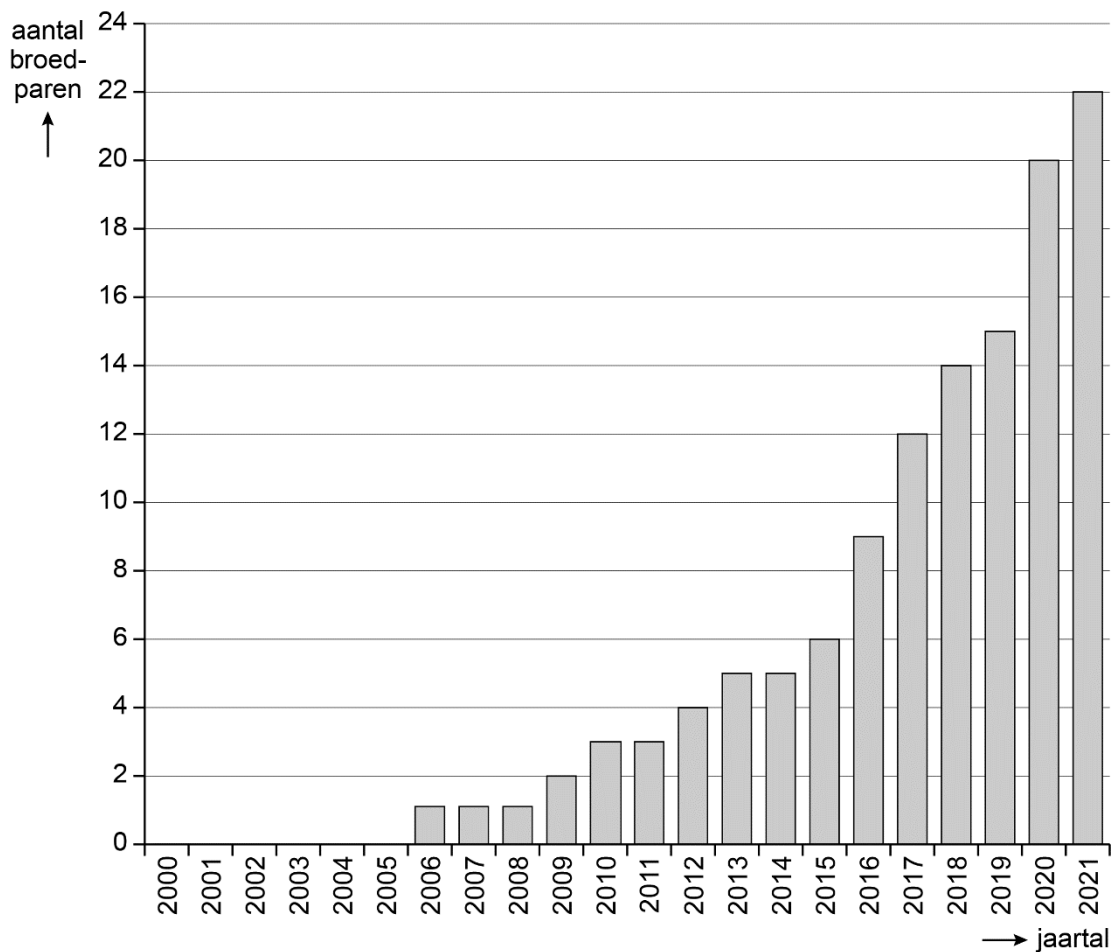
- 1p 2 De zeearend is in Nederland geen exoot. Verklaar dit.

Insecticiden worden in de landbouw gebruikt om insecten te doden die voedselgewassen aantasten. Bepaalde insecticiden (zoals het verboden middel DDT) zijn een grote bedreiging voor de gezondheid van toppredatoren zoals de zeearend. Voor vogels die insecten eten, vormen deze insecticiden een minder groot gevaar, ondanks dat deze vogels even gevoelig zijn voor het gif als zeearenden.

- 2p 3 Leg uit dat de zeearend **wél** ernstige gezondheidsschade ondervindt van deze insecticiden en de vogels die de insecten eten niet.

Afbeelding 3 toont het aantal broedparen van de zeearend in Nederland tot en met 2021.

afbeelding 3



Hieronder staan uitspraken over deze gegevens.

- 1 In 2006 werd in totaal één zeearend waargenomen.
- 2 Tussen 2006 en 2015 was de groei van het aantal broedende zeearenden in Nederland exponentieel.
- 3 In 2010 werden er **geen** kuikens grootgebracht.

- 2p 4 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **wel** of **niet** ondersteund wordt door de gegevens in afbeelding 3.

Als er jonge zeearenden uit het ei zijn gekomen, helpt Van der Es met het ringen van de jongen. Die krijgen een ring met een unieke code om hun poot. Zo kunnen onderzoekers inzicht krijgen in paarvorming en migratie van deze vogels. Nederlandse zeearenden blijken bijvoorbeeld ook paartjes te vormen met Duitse zeearenden, en ook met niet-geringde zeearenden waarvan de herkomst onbekend is.

Voor het voortbestaan van een populatie zeearenden is paarvorming met zeearenden uit andere gebieden van belang.

- 2p **5** Leg uit waarom het belangrijk is dat er paarvorming is met individuen uit andere gebieden.

De broedpogingen van de zeearend zijn niet altijd succesvol: er vliegen dan geen kuikens uit. Soms komt dit door menselijke activiteiten, zoals bij verstoring door het filmen van het nest. In andere gevallen zijn abiotische factoren verantwoordelijk voor een lager broedsucces.

- 1p **6** Licht met een voorbeeld toe hoe een abiotische factor een lager broedsucces van zeearenden kan veroorzaken.

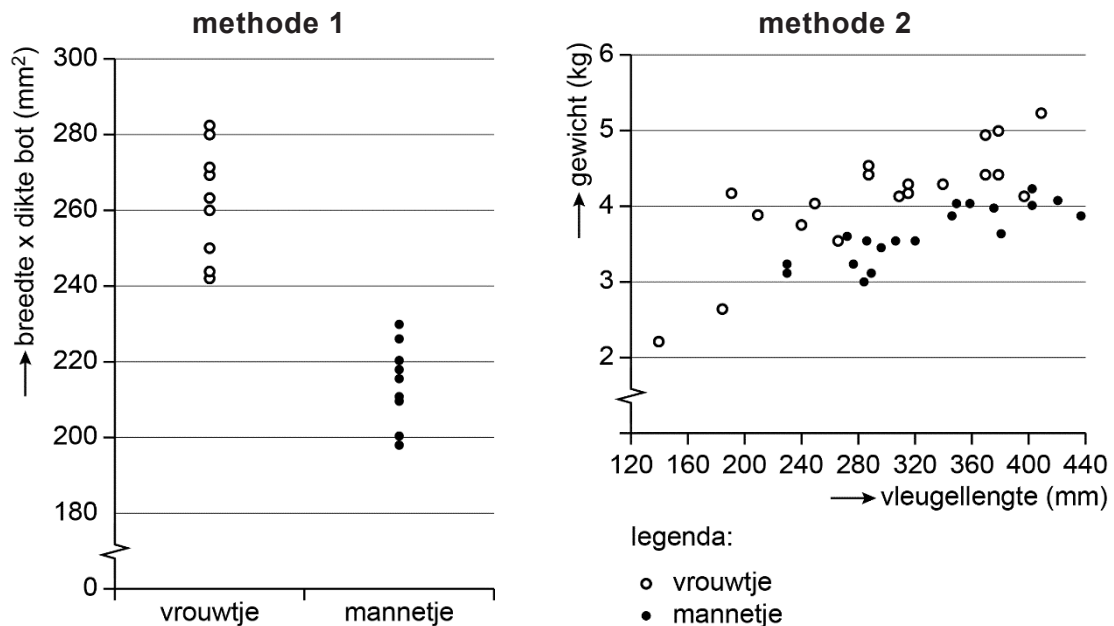
Bij het ringen wordt het geslacht van de jonge zeearend bepaald. De geslachtsorganen zijn niet uiterlijk zichtbaar. Er zijn wel andere meetbare uiterlijke kenmerken die verschillend zijn bij vrouwtjes en mannetjes. Er zijn twee methodes die eenvoudig in het veld gebruikt kunnen worden. Methode 1: onderzoekers meten de breedte en dikte van een bepaald bot in de poot. Deze twee gegevens worden met elkaar vermenigvuldigd. Methode 2: onderzoekers bepalen het gewicht en de vleugellengte.

Bij het testen van deze methodes moest ter controle ook het geslacht van elke gemeten zeearend met zekerheid worden vastgesteld. Dit werd gedaan aan de hand van een huidmonster.

- 1p **7** Noteer welk onderzoek werd gedaan aan het huidmonster om het geslacht van de zeearend te bepalen.

De meetgegevens van methode 1 en 2 staan in afbeelding 4. Elk bolletje in deze diagrammen is een bepaling bij één zeearend.

afbeelding 4



Uit de diagrammen blijkt welke methode het meest geschikt is voor geslachtsbepaling.

1p 8 Is methode 1 of is methode 2 het meest geschikt? Verklaar je antwoord.

Tussen 1988 en 1991 werden 41 bevers in De Biesbosch uitgezet. De populatie is gegroeid tot ruim 300 dieren.

Bevers (afbeelding 5) knagen met hun scherpe tanden bomen om, zoals zwarte populieren, zodat ze van de jonge takken kunnen eten. Zeearenden gebruiken zwarte populieren om hun nest in te maken, omdat deze boomsoort stevige takken heeft.

afbeelding 5



Van der Es bekleedt de stammen van potentiële nestbomen met kippengaas om te verhinderen dat bevers ze omknagen. Hij krijgt hier regelmatig vragen over. Bevers en zeearenden zijn namelijk beide beschermde diersoorten. Van der Es vindt dat in dit geval de keuze voor de zeearend het best is.

1p 9 Noteer een biologisch argument dat zijn standpunt ondersteunt.

De relatie tussen de zwarte populier en de zeearend kan commensalisme genoemd worden.

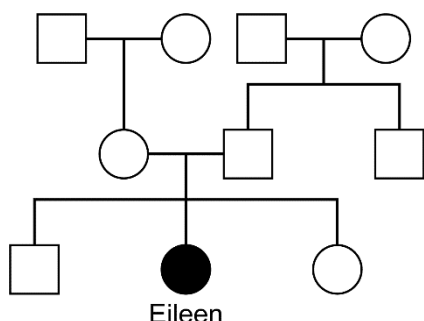
1p 10 Geef een argument voor deze stelling.

Fanconi-anemie

Toen Eileen zes jaar oud was, kreeg ze last van extreme vermoeidheid, infecties en bloedingen. Ze bleek Fanconi-anemie te hebben.

Fanconi-anemie (FA) is een zeldzame erfelijke ziekte waarbij er onder andere een verminderde aanmaak is van de vaste bloedbestanddelen. FA wordt meestal veroorzaakt door een mutatie die aanwezig is in een autosomaal gen, het FANCA-gen. Het mutante allel is recessief. Normaal gesproken regelt het FANCA-gen dat DNA gerepareerd kan worden. Fanconi-anemie kan ook ontstaan door een mutatie die aanwezig is in een gen op het X-chromosoom. Ook dit mutante allel is recessief. Bij Eileen is FA het gevolg van autosomale overerving. In afbeelding 1 staat de stamboom van de familie van Eileen.

afbeelding 1



Legenda:

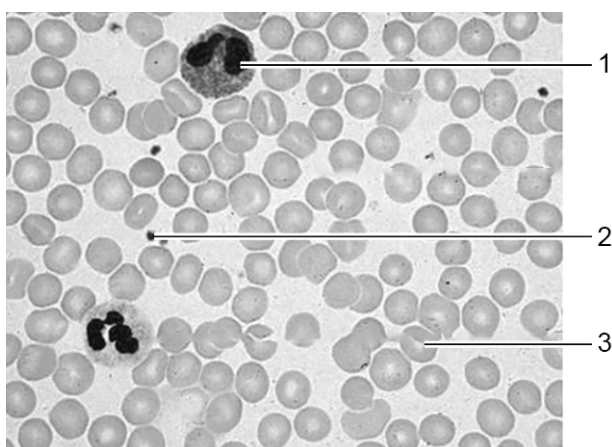
- man zonder FA
- vrouw zonder FA
- vrouw met FA

- 2p 11 Waaruit blijkt dat FA in de familie van Eileen **niet** X-chromosomaal recessief overerft?
- A Eileens moeder heeft geen FA.
 - B Eileens vader heeft geen FA.
 - C Eileens broer heeft geen FA.
 - D Eileens opa aan moeders kant heeft geen FA.

Door de erfelijke aandoening heeft Eileen te weinig vaste bloedbestanddelen. Daardoor is ze altijd moe en heeft ze vaak last van infecties en bloedingen.

Afbeelding 2 is een microscopisch preparaat van gezond bloed. Hierin zijn verschillende vaste bloedbestanddelen met nummers aangegeven.

afbeelding 2



- Op de uitwerkbijlage staat een tabel.
- 2p 12 – Noteer in de tweede kolom in elk vakje het nummer waarmee het bijbehorende bloedbestanddeel in afbeelding 2 is aangegeven.
- Noteer in de derde kolom in elk vakje het symptoom dat ontstaat door een tekort aan het bijbehorende bloedbestanddeel.
- Kies uit: vermoeidheid – infecties – bloedingen.

In het eerste jaar na de diagnose krijgt Eileen om de paar weken een bloedtransfusie met bloedplaatjes en rode bloedcellen. De toegediende rode bloedcellen zijn bij voorkeur van Eileens eigen bloedgroep. Eileen heeft bloedgroep B en is resuspositief (B⁺). In noodgevallen zou ze ook rode bloedcellen van andere bloedgroepen kunnen ontvangen.

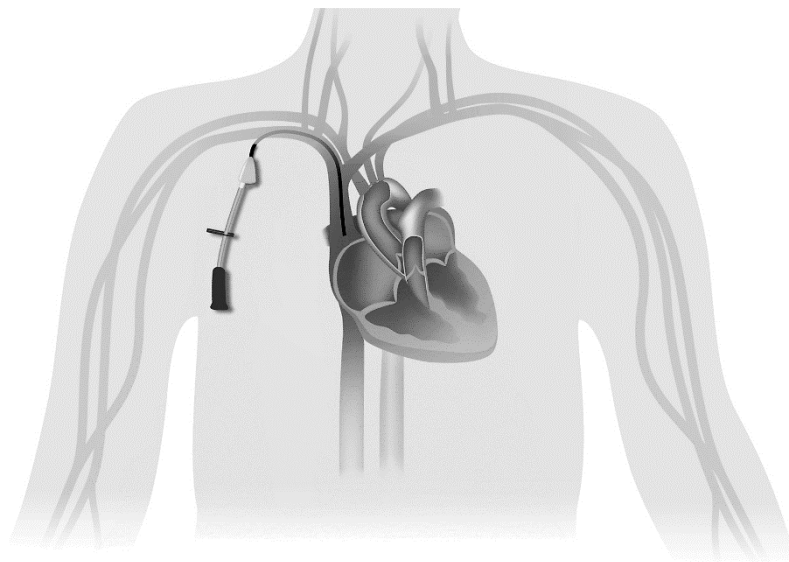
Het ziekenhuis heeft de volgende andere rode bloedcellen op voorraad: A⁺, A⁻, B⁻, AB⁺, AB⁻, 0⁺ en 0⁻.

- 2p 13 Noteer welke van deze rode bloedcellen veilig aan Eileen kunnen worden toegediend.

Eileen komt in aanmerking voor een stamceltransplantatie. Eerst ondergaat ze chemotherapie om haar eigen bloedstamcellen te vernietigen. Enkele dagen later krijgt ze gezonde stamcellen van een donor.

Om de bloedstamcellen toe te dienen, wordt bij Eileen een slangetje (katheter) door de huid in een bloedvat aangebracht (afbeelding 3).

afbeelding 3



- De katheter mondt uit in een bloedvat in de buurt van het hart.
- 1p 14 In welk bloedvat komt de katheter uit?
- A in de aorta
- B in de bovenste holle ader
- C in de longader
- D in de longslagader

In de weken na de stamceltransplantatie zullen uit de gedoneerde stamcellen verschillende typen bloedcellen ontstaan die Eileen nodig heeft.

- 2p 15 Wat is de naam van het proces waarbij uit de stamcellen verschillende typen bloedcellen ontstaan? En van welk proces is dit het gevolg?

	<u>typen bloedcellen ontstaan door</u>	<u>dat is het gevolg van</u>
A	adaptatie	genexpressie
B	adaptatie	mutatie
C	adaptatie	recombinatie
D	differentiatie	genexpressie
E	differentiatie	mutatie
F	differentiatie	recombinatie

Een gevaar bij stamceltransplantatie is de omgekeerde afstotingsziekte. Die treedt op als de afweercellen die uit de gedoneerde cellen ontstaan, de cellen van Eileen aanvallen en lekprikken. Om dit tegen te gaan is een donor gezocht van wie de membraaneiwitten op de lichaamscellen zo veel mogelijk overeenkomen met die van Eileen.

- 2p 16 Welke afweercellen zijn verantwoordelijk voor de omgekeerde afstotingsziekte? En behoort de activiteit van deze cellen tot de aangeboren (niet-specifieke) of de verworven (specifieke) afweer?

	<u>afweercellen</u>	<u>type afweer</u>
A	B-lymfocyten	aangeboren
B	B-lymfocyten	verworven
C	T-lymfocyten	aangeboren
D	T-lymfocyten	verworven

De stamceltransplantatie is geslaagd als de gedoneerde stamcellen zich vestigen op de plaats waar ook bij gezonde mensen bloedcellen ontstaan.

- 1p 17 Waar zullen de getransplanteerde stamcellen zich dan bij Eileen hebben gevestigd?

- A in haar botten
- B in haar hart
- C in haar lever
- D in haar lymfeknopen
- E in haar nieren

uitwerkbijlage

12

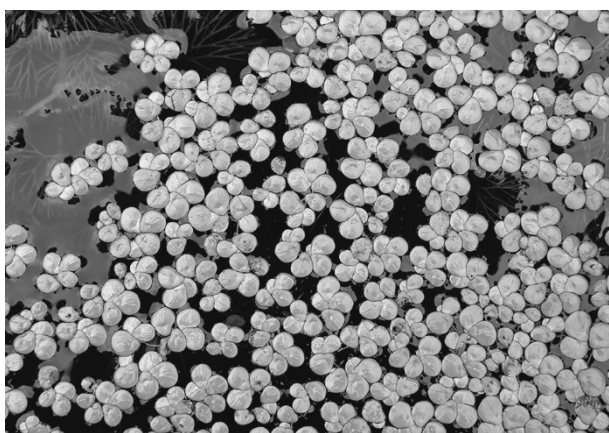
bloedbestanddeel	nummer in afbeeldin 2	s mptoom bi tekort
bloedplaat e		
rode bloedcel		
witte bloedcel		

Een nieuwe groente: eendenkroos

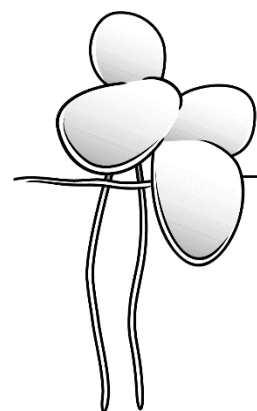
Ingrid van der Meer van Wageningen University & Research onderzoekt de mogelijkheid om eendenkroosplantjes te gebruiken als eiwitrijke groente.

Eendenkroos is een verzamelnaam voor verschillende soorten drijvende waterplantjes van enkele millimeters groot, zoals *Lemna minor* (afbeelding 1). De plantjes bestaan uit een bladachtig schijfje dat op het water drijft. De huidmondjes bevinden zich aan de bovenzijde van de blaadjes en staan altijd open. Bij sommige eendenkroossoorten zijn wortels aanwezig (afbeelding 2).

afbeelding 1



afbeelding 2



De functie van huidmondjes is de opname en afgifte van gassen.

- 2p 18 Welk gas wordt netto opgenomen in het licht? En welk gas wordt netto opgenomen in het donker?

	netto-opname in het licht	netto-opname in het donker
A	CO ₂	CO ₂
B	CO ₂	O ₂
C	O ₂	CO ₂
D	O ₂	O ₂

Eendenkroos kan zich zowel geslachtelijk als ongeslachtelijk voortplanten. In het voorjaar worden soms bloemetjes gevormd, maar meestal plant eendenkroos zich voort door nieuwe bladschijfjes af te splitsen. Hieronder staan kenmerken van voortplanting.

- 1 Er treedt meiose op.
- 2 De nakomelingen zijn genetisch identiek aan de ouders.
- 3 Recombinatie van de chromosomen is mogelijk.

- 2p 19 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of het bijbehorende kenmerk bij **geslachtelijke** of bij **ongeslachtelijke** voortplanting hoort.

Eendenkroos groeit op ondiep, stilstaand of langzaam stromend water in sloten en vijvers. In de periode van mei tot oktober groeit de populatie snel.

Als het wateroppervlak geheel met eendenkroos bedekt is, kan een tekort aan zuurstof ontstaan voor dieren die in het water leven.

Bij dit proces spelen een aantal gebeurtenissen een rol:

- 1 Aerobe bacteriën breken het organisch materiaal af.
- 2 Er dringt geen licht meer door in het water.
- 3 Er is geen fotosynthese mogelijk bij waterplanten die onder water groeien.
- 4 Er ontstaat een laag afgestorven materiaal op de bodem.

1p 20 Noteer de nummers van de vier gebeurtenissen waardoor een tekort aan zuurstof ontstaat in de juiste volgorde.

Voor haar onderzoek kweekt Van der Meer eendenkroos in bakken, onder gecontroleerde omstandigheden (afbeelding 3).

afbeelding 3



Het water in de bakken bevat onder andere anorganische stikstofverbindingen. De stikstof (N) is nodig voor de vorming van aminozuren en andere organische stoffen.

Enkele organische stoffen zijn:

- 1 cellulose
- 2 chlorofyl
- 3 DNA
- 4 RNA

2p 21 Schrijf de nummers 1 tot en met 4 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende stof **wel** of **geen** stikstof bevat.

Onder gunstige omstandigheden kan de biomassa van eendenkroos in één dag verdubbelen. Het is belangrijk om de hoeveelheid mineralen in het water goed te doseren, zodat ze geen beperkende factor worden. Ook de concentraties van O_2 en CO_2 worden gemonitord.

1p 22 Noem nog een andere factor die beperkend kan zijn tijdens de snelle groei van eendenkroos.

Eendenkroos wordt al enkele jaren als veevoer geteeld. Van der Meer onderzoekt of eendenkroos ook geschikt is voor menselijke consumptie, omdat eiwitten zo via de kortst mogelijke voedselketen bij de mens terechtkomen. Dat is gunstig, want bij elke schakel in de voedselketen gaat een groot deel van de energie uit organische stoffen verloren. Oorzaken van dit energieverlies zijn dat dode en niet-eetbare delen niet gegeten worden en dat een deel van de organische stoffen in ontlasting terechtkomt. Er is nog een belangrijke oorzaak van dit energieverlies.

1p **23** Noteer die oorzaak.

Door het hoge eiwitgehalte is eendenkroos mogelijk geschikt als vleesvervanger. De eiwitten moeten dan wel goed verteerbaar zijn en bepaalde aminozuren bevatten.

Van der Meer onderzocht de verteerbaarheid van eendenkroos. De proefpersonen mochten een nacht en een ochtend niets eten, zodat het gehalte aan aminozuren in hun bloed laag werd. Daarna gaf ze de proefpersonen gekookt eendenkroos te eten. Voor en na het eten werd bij de proefpersonen bloed afgenomen. De bloedmonsters werden onderzocht op het gehalte aan essentiële aminozuren.

2p **24** Leg uit dat voor het bepalen van de verteerbaarheid van eiwitten beter gekeken kan worden naar de toename van de essentiële aminozuren dan naar de toename van niet-essentiële aminozuren.

afbeelding 4



Van der Meer ziet mogelijkheden om het hele jaar eendenkroos te kweken door middel van verticale landbouw. Bij verticale landbouw worden groenten onder gecontroleerde omstandigheden in meerdere lagen boven elkaar geteeld (afbeelding 4), bijvoorbeeld in leegstaande gebouwen.

Door verticale landbouw is er minder landbouwgrond nodig.

1p **25** Geef nog een ander argument waardoor de productie van groenten door middel van verticale landbouw ecologisch duurzamer kan zijn dan de productie van groenten via de gangbare akkerbouw.

De Bajau

De Bajau (afbeelding 1) is een volk van zeenomaden in Indonesië. Ze zijn in staat om lang onder water te blijven zonder hulpmiddelen.

afbeelding 1



Veel Bajau-mannen vissen met behulp van een harpoen. Ze duiken hierbij zonder duikuitrusting tot wel 70 meter diep en kunnen tien minuten onder water blijven.

Om lang zijn adem in te kunnen houden, kan een duiker vooraf een aantal keer diep in- en uitademen. Dit vergroot de hoeveelheid zuurstof in het bloed **niet**, maar zorgt ervoor dat de adem prikkel later komt. De duiker kan hierdoor echter buiten bewustzijn raken voordat de adem prikkel ontstaat, en kan zo verdrinken.

Hieronder staan drie uitspraken.

- 1 Door het inhouden van de adem wordt het restvolume van de longen groter.
- 2 De duiker raakt buiten bewustzijn, doordat de O_2 -concentratie in zijn bloed te laag wordt.
- 3 De adem prikkel blijft uit, omdat de CO_2 -concentratie in het bloed hoog is.

- 2p 26 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Uit onderzoek bij zeehonden is bekend dat er een relatie is tussen de grootte van de milt en de maximale duiktijd. Bij zuurstoftekort kan de milt samentrekken om extra rode bloedcellen aan het bloed toe te voegen.

Wetenschappers denken dat het samentrekken van de milt aan het begin van een duik, wordt veroorzaakt door signalen van het deel van het zenuwstelsel dat het lichaam gereedmaakt voor actie.

- 1p 27 Welk deel van het zenuwstelsel is dat?
- A het animaal zenuwstelsel
 - B het parasympathisch zenuwstelsel
 - C het orthosympathisch zenuwstelsel

De milt kan rode bloedcellen opslaan en speelt een rol bij de afbraak ervan.

- 1p 28 In welk ander orgaan worden rode bloedcellen afgebroken?
- A in de alvleesklier
 - B in de lever
 - C in de nieren

Bij de afbraak van rode bloedcellen wordt ook het eiwit afgebroken dat zuurstof transporteert.

- 1p 29 Noteer de naam van dit eiwit.

Deense onderzoekers vroegen zich af of de uitzonderlijke duikcapaciteit van de Bajau ook een relatie heeft met de grootte van hun milt en of deze aanpassing een genetische basis heeft. Hiervoor onderzochten ze het DNA en de grootte van de milt van 59 Bajau-mannen en van 34 Saluan-mannen. De Saluan leven van akkerbouw en veeteelt in dezelfde regio. De onderzoekers isoleerden het DNA uit cellen van het wangslimvlies. Met behulp van echografie bepaalden ze de grootte van de milt.

Cellen van de milt zijn moeilijk af te nemen. Dat was ook niet nodig, de onderzoekers isoleerden DNA uit cellen van het wangslimvlies.

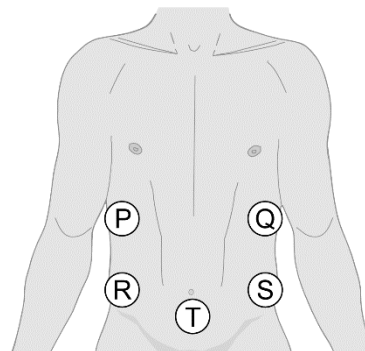
- 1p 30 Licht toe dat cellen van het wangslimvlies gebruikt kunnen worden voor het DNA-onderzoek naar genen die de grootte van de milt beïnvloeden.

De milt is onderdeel van het lymfevatenstelsel. Met echografie werd de grootte van de milt bepaald. De transducer (afbeelding 2) van het echoapparaat wordt op de plaats op de romp gezet waar zich de milt bevindt. Op een beeldscherm kan de milt dan zichtbaar worden gemaakt.

afbeelding 2



afbeelding 3



- 1p 31 Op welke plaats op de romp (afbeelding 3) moet de transducer geplaatst worden om een beeld van de milt te kunnen krijgen?
- A op plaats P
 - B op plaats Q
 - C op plaats R
 - D op plaats S
 - E op plaats T

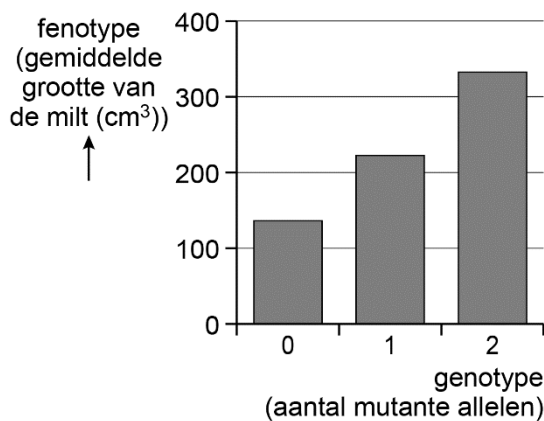
Uit het onderzoek blijkt dat de milt bij de Bajau-mannen gemiddeld groter is dan bij de Saluan-mannen.

Uit dit onderzoek is niet af te leiden of een grotere milt erfelijk is, of dat individuen een grotere milt ontwikkelen tijdens hun leven door het vele duiken. Om dat te bepalen, moet in een vervolgonderzoek de miltgrootte van twee andere groepen met elkaar vergeleken worden.

- 2p 32
- Noteer twee groepen waarvan de miltgrootte met elkaar moet worden vergeleken om hier duidelijkheid over te krijgen.
 - Beschrijf het resultaat van het vervolgonderzoek waaruit blijkt dat een grotere milt erfelijk is.

Na de analyse van het DNA vonden onderzoekers in een gen op chromosoom 6 een mutatie die samenhangt met de grootte van de milt. Afbeelding 4 laat de relatie zien tussen het genotype (aantal mutante allelen van dit gen) en het fenotype (de miltgrootte bij Bajau-mannen).

afbeelding 4



Hieronder staan uitspraken over de gegevens in het informatiekader.

- 1 Het mutante allel erft autosomaal over.
- 2 Mensen met één keer het mutante allel hebben een intermediair fenotype.
- 3 De grootte van de milt wordt alleen bepaald door het gen op chromosoom 6.

- 2p 33
- Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **wel** of **niet** een juiste conclusie is op basis van de gegevens in het informatiekader.

De onderzoekers vermoeden dat de grotere milt van de Bajau-mannen het gevolg is van evolutie.

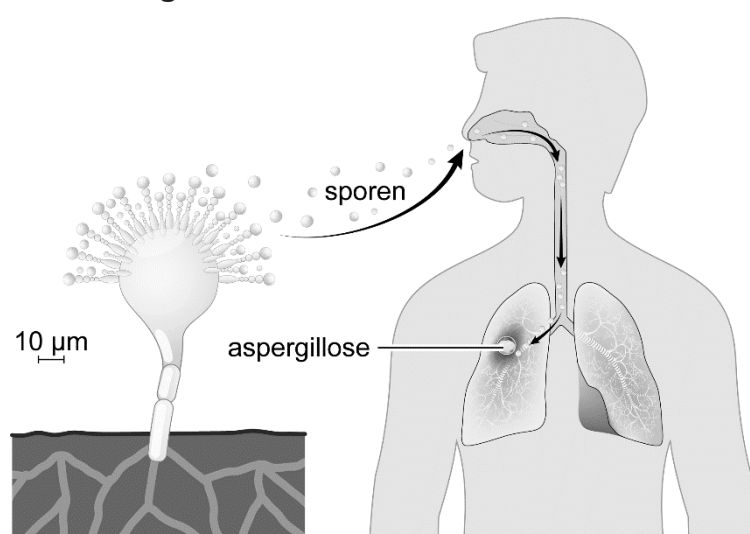
- 3p 34
- Beschrijf hoe evolutie tot een grotere milt kan hebben geleid.

Gevaarlijke sporen

Jasper heeft een levensgevaarlijke infectie gehad met een schimmel die resistent is tegen medicijnen. Deze schimmel is waarschijnlijk resistent geworden door het gebruik van schimmelbestrijdingsmiddelen in de akkerbouw.

Aspergillus fumigatus is een schimmel die algemeen aanwezig is in de bodem. Je ademt dagelijks sporen van deze schimmel in (afbeelding 1). Bij gezonde mensen ruimt het immuunsysteem de sporen op. Als gevolg van een ziekte heeft Jasper echter een sterk verlaagde weerstand, waardoor de schimmel een gevaarlijke infectie veroorzaakte. Dit wordt aspergillose genoemd.

afbeelding 1



De meeste sporen komen niet verder dan de luchtpijp en de bronchiën doordat deze delen van de luchtwegen dekweefsel bezitten met slijmcellen en trilhaarcellen.

- 2p 35 Leg uit hoe deze twee celtypen samen tegengaan dat schimmelsporen de longblaasjes bereiken.

Jasper kreeg antischimmel-medicijnen. Toch liet hij korte tijd daarna steeds dingen uit zijn handen vallen en kreeg hij moeite met lopen. Dat was voor Jaspers arts de aanleiding om een hersenscan te laten maken. Op de hersenscan waren enkele verdachte plekken te zien. Daarom nam een neurochirurg hersenweefsel af en bekeek het met een microscoop. Haar vermoeden werd bevestigd: er waren schimmelcellen aanwezig in het hersenweefsel. De medicijnen hadden blijkbaar niet gewerkt.

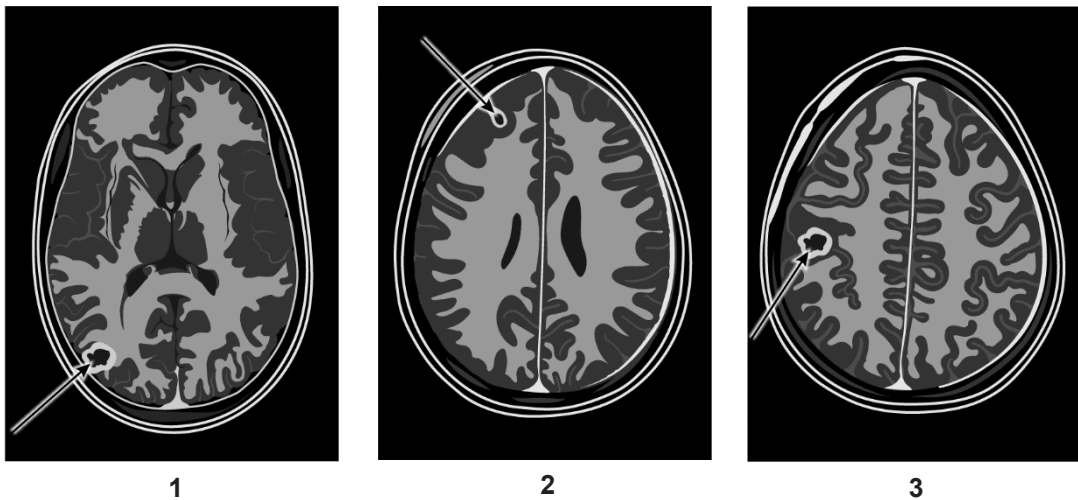
Hieronder staan enkele onderdelen van cellen.

- 1 bladgroenkorrels
- 2 celkern
- 3 celwand
- 4 vacuole

- 1p 36 Welke van deze onderdelen zijn aanwezig bij een schimmelcel? Noteer de nummers.

In afbeelding 2 zijn tekeningen van de hersenscans van Jaspers grote hersenen te zien. Het zijn verschillende doorsneden. De bovenzijde van elke tekening is de voorkant van zijn hoofd. De pijlen wijzen plaatsen aan waar zenuwcellen vernietigd zijn door de schimmel.

afbeelding 2



Op een van de tekeningen in afbeelding 2 is te zien dat de schimmel het gebied heeft geïnfecteerd dat Jaspers rechterhand aanstuurt.

- 1p 37 Op welke tekening is dat?
- A op tekening 1
 - B op tekening 2
 - C op tekening 3

De antischimmelmedicijnen die Jasper kreeg, waren azolen. Azolen remmen de werking van het enzym lanosteroldemethylase. Dit enzym is nodig voor de productie van ergosterol. Ergosterol is een bestanddeel van de celmembraan van schimmels.

Op de uitwerkbijlage staat een schema.

- 2p 38 – Noteer de volgende woorden op de juiste plaats in het schema: azolen, ergosterol, lanosteroldemethylase.
- Noteer in de cirkels een + voor een stimulerende werking of een – voor een remmende werking.

De schimmel in de longen en hersenen van Jasper bleek resistent tegen azolen door een puntmutatie in het gen voor het enzym lanosteroldemethylase. Het codon voor het aminozuur leucine is gewijzigd in een codon voor het aminozuur histidine. Daardoor heeft het enzym een iets andere vorm, met als gevolg dat azolen dit enzym niet meer kunnen remmen. Ondanks de andere vorm is het enzym nog wel werkzaam.

- 1p 39 Welke base is gewijzigd, waardoor het codon voor leucine in een codon voor histidine is veranderd?
- A de eerste base
B de tweede base
C de derde base

Resistentie van een schimmel tegen een medicijn kan ontstaan na herhaald gebruik van dit medicijn. Jasper was echter nog niet eerder behandeld met azolen. Ook bij andere aspergillose-patiënten komt de resistente *Aspergillus fumigatus* met dezelfde puntmutatie voor. De overdracht van sporen tussen mensen is niet mogelijk. Artsen vermoeden daarom dat de patiënten de ziekte oplopen door het inademen van resistente schimmelsporen uit het milieu.

- 1p 40 Verklaar dat het erg onwaarschijnlijk is dat bij meerdere aspergillose-patiënten dezelfde puntmutatie ontstaat in de schimmel.

In de akkerbouw worden azolen gebruikt om voedselgewassen en bloembollen te beschermen tegen schimmelinfecties. Deze azolen komen met plantenafval terecht op composthoven. Waarschijnlijk is in zo'n composthoop de resistente *Aspergillus fumigatus* ontstaan.

A. fumigatus komt veel voor in composthoven, en speelt een rol in de kringloop van stoffen.

- 2p 41 Tot welke groep behoort *A. fumigatus* in de kringloop van stoffen? En welke omzetting in de kringloop van stoffen wordt gedaan door *A. fumigatus*?

	groep	omzetting
A	producenten	anorganische stoffen → organische stoffen
B	producenten	organische stoffen → anorganische stoffen
C	reducenten	anorganische stoffen → organische stoffen
D	reducenten	organische stoffen → anorganische stoffen

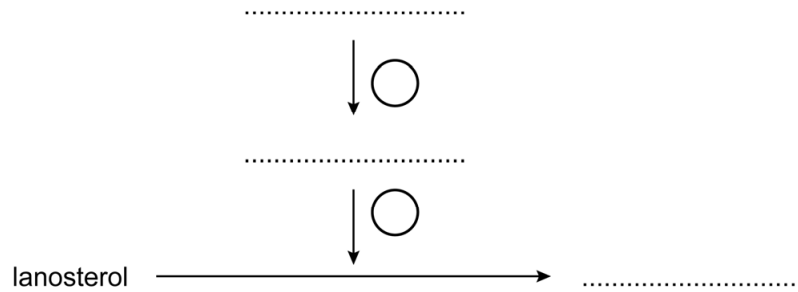
A. fumigatus scheidt amylase uit. Amylase is een enzym dat bepaalde moleculen uit het plantaardig afval afbreekt tot voedingsstoffen die door de schimmel kunnen worden opgenomen.

- 1p 42 Noteer een molecuul dat aanwezig is in plantaardig afval **én** door amylase wordt afgebroken.

Jasper kreeg andere medicijnen toegediend die wel goed werkten tegen de schimmel, waardoor hij herstelde. Maar door de hoge dosering van de medicijnen liepen Jaspers nieren schade op. Als gevolg hiervan heeft Jasper onder andere een grotere kans op een kaliumtekort.

- 1p 43 Welk gedeelte van een niereenheid zal zijn aangetast waardoor een kaliumtekort kan optreden?
- A glomerulus
 - B kapsel van Bowman
 - C nierbuisje

38



Eieren met spek

Veel mensen vinden de combinatie van eieren met spek lekker. Uit onderzoek blijkt dat dat komt doordat verschillende umami-smaakstoffen in deze voedingsmiddelen elkaar versterken.

Umami (hartig) is de vijfde smaak die mensen kunnen onderscheiden. Elk van de vijf smaken in voedsel veroorzaakt een reactie in specifieke smaakzintuigcellen op de tong.

Reacties in de smaakzintuigcel leiden ertoe dat de smaak uiteindelijk wordt waargenomen in de hersenen.

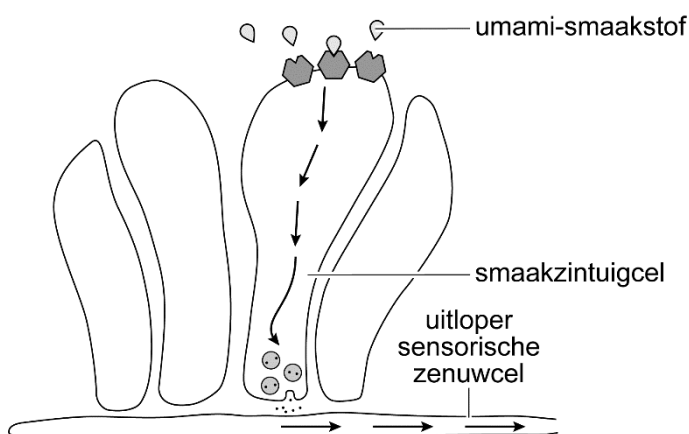
1p 44 In welk deel van de hersenen wordt de smaak waargenomen?

- A in de hersenstam
- B in de kleine hersenen
- C in de motorische schors
- D in de sensorische schors

Afbeelding 1 laat zien hoe **afbeelding 1**

binding van umami-smaakstof aan een receptor op een smaakzintuigcel op de tong leidt tot een signaal in een zenuwcel.

In de tekst hieronder staan de verschillende stappen in het proces. Op drie plaatsen ontbreekt een woord.



Umami-smaakstoffen binden aan receptoren op de smaakzintuigcel. Na een keten van reacties worden blaasjes met ...(1)... richting het membraan getransporteerd. De inhoud van de blaasjes komt door ...(2)... in de synaps tussen de smaakzintuigcel en de zenuwcel terecht. Dit leidt tot het ontstaan van ...(3)... in de zenuwcel.

2p 45 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter welk woord op de bijbehorende plaats moet staan.

Kies uit:

- bij 1 hormonen / neurotransmitters
- bij 2 endocytose / exocytose
- bij 3 impulsen / prikkels

1 Onderzoeker Charlotte Schmidt veronderstelde dat bepaalde
2 voedselcombinaties lekker worden gevonden doordat umami-
3 smaakstoffen uit beide producten elkaar versterken.
4 Uit eerder onderzoek bleek dat bij eieren de umami-smaak vooral wordt
5 veroorzaakt door het aminozuur glutaminezuur.
6 Bij spek wordt de umami-smaak veroorzaakt door bepaalde nucleotiden.
7 Schmidt ontdekte dat wanneer deze nucleotiden aanwezig zijn,
8 glutaminezuur sterker wordt gebonden aan de receptor.
9 Dit leidt tot een sterker signaal naar de hersenen, zodat de umami-smaak
10 sterker wordt waargenomen.
11 Schmidt leidde hieruit af dat twee umami-smaakstoffen waarvan de één
12 een nucleotide is en de ander een aminozuur, elkaar inderdaad kunnen
13 versterken.

- 1p 46 In welke regels in de tekst wordt de hypothese van het onderzoek van Schmidt beschreven?
- A in de regels 1, 2 en 3
 - B in de regels 4 en 5
 - C in de regels 6, 7 en 8
 - D in de regels 9 en 10
 - E in de regels 11, 12 en 13

Han en Kees willen voor hun profielwerkstuk onderzoeken of de smaakstoffen van ham en van kaas elkaar op dezelfde manier versterken als spek en eieren. Ze maken drie puddingen waaraan ze verschillende smaakstoffen toevoegen:

Pudding 1: ham-smaakstof, in een concentratie net onder de drempelwaarde.

Pudding 2: kaas-smaakstof, in een concentratie net onder de drempelwaarde.

Pudding 3: beide smaakstoffen, met dezelfde concentratie ham-smaakstof als in pudding 1 en dezelfde concentratie kaas-smaakstof als in pudding 2.

50 leerlingen doen mee aan het onderzoek. Deze proefpersonen proeven elke pudding door er een even grote hap van te nemen. Kees noteert of de proefpersonen wel of niet ham en/of kaas waarnemen. Na elke hap spoelen de proefpersonen hun mond met water.

Op de uitwerkbijlage staat een tabel.

- 1p 47 Kruis in de tabel aan met welke resultaten bevestigd zou worden dat beide smaakstoffen elkaar versterken.

Om te controleren of de proefpersonen wel in staat zijn om ham- en kaassmaak waar te nemen, laten Han en Kees hun proefpersonen op dezelfde manier extra puddingen proeven.

- 1p 48 Noteer wat de samenstelling is van deze extra puddingen.

uitwerkbijlage

47

	wel smaakwaarnemin	een smaakwaarnemin
puddin 1		
puddin 2		
puddin 3		

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift.