

Examen HAVO
2022

tijdvak 1
woensdag 18 mei
13.30 - 16.30 uur

biologie

Achter het correctievoorschrift is een aanvulling op het correctievoorschrift opgenomen.

Dit examen bestaat uit 44 vragen.

Voor dit examen zijn maximaal 71 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.

Alg doet oliepalm na

Door de aanleg van oliepalimplantages in Zuidoost-Azië gaan vele hectaren oerwoud verloren. Mede daarom wordt palmolie door milieu-organisaties als niet-duurzaam bestempeld. Voor onderzoeker Lenny de Jaeger (afbeelding 1) was dit een reden om op zoek te gaan naar een manier om olie te produceren met behulp van algen.

afbeelding 1



Palmolie wordt gewonnen uit de olierijke vruchten van de oliepalm en wordt gebruikt als ingrediënt van veel voedingsmiddelen en verzorgingsproducten, maar ook voor de productie van biodiesel. Olie geproduceerd door algen in kwekerijen in Nederland kan een duurzaam alternatief bieden voor palmolie.

Boskap leidt tot het verkleinen van leefgebied voor planten en dieren. Dit is een argument om het gebruik van palmolie vanuit ecologisch oogpunt niet-duurzaam te noemen.

- 1p 1 Geef een ander argument waarom gebruik van olie van oliepalimplantages in Zuidoost-Azië vanuit ecologisch oogpunt minder duurzaam is dan gebruik van in Nederland geproduceerde algen-olie.

De Jaeger vond een veelbelovende kandidaat: de eencellige alg *Scenedesmus obliquus*. Deze alg maakt monosachariden met behulp van zonlicht en zet die onder bepaalde omstandigheden om in zetmeel, aminozuren of vetzuren. De vetzuren kunnen worden gebruikt als grondstof voor de productie van plantaardige olie.

- 1p 2 Hoe noemen we het proces dat de alg gebruikt voor het maken van vetzuren uit monosachariden?
- A aerobe dissimilatie
 - B anaerobe dissimilatie
 - C koolstofassimilatie
 - D voortgezette assimilatie

Een van de risico's bij de kweek van algen is besmetting met virussen, eencellige schimmels of eencellige dieren.

Met een microscoop bekijkt De Jaeger een preparaat van een algenkweek en hij ziet dat de kweek is vervuild met een eencellig organisme.

- 1p 3 Op grond van welk kenmerk kan De Jaeger vaststellen dat dit eencellig organisme tot de dieren behoort en **niet** tot de schimmels?
- A Er is geen celkern.
 - B Er is geen celwand.
 - C Er zijn geen chloroplasten.
 - D Er zijn geen mitochondriën.

De Jaeger ontwikkelde met behulp van mutagene straling een mutant van *S. obliquus* die geen zetmeel maakt. Hierdoor heeft deze mutant een efficiëntere vetzuurproductie en een hoger vetzuurgehalte. Wellicht produceert deze mutant voldoende vetzuren om te concurreren met de oliepalm.

Het nadeel van deze alg is dat hij alleen in zoet water leeft. Voor grootschalige productie heeft een zoutwater-alg de voorkeur. Daarom deed De Jaeger vervolgonderzoek naar de alg *Neochloris oleoabundans*, die ook olie produceert en overleeft in zout water.

De kweekvloeistof voor *N. oleoabundans* bevat meer zouten dan de kweekvloeistof voor *S. obliquus*.

Als de cellen van *S. obliquus* terechtkomen in de zoute kweekvloeistof voor *N. oleoabundans* treden veranderingen op.

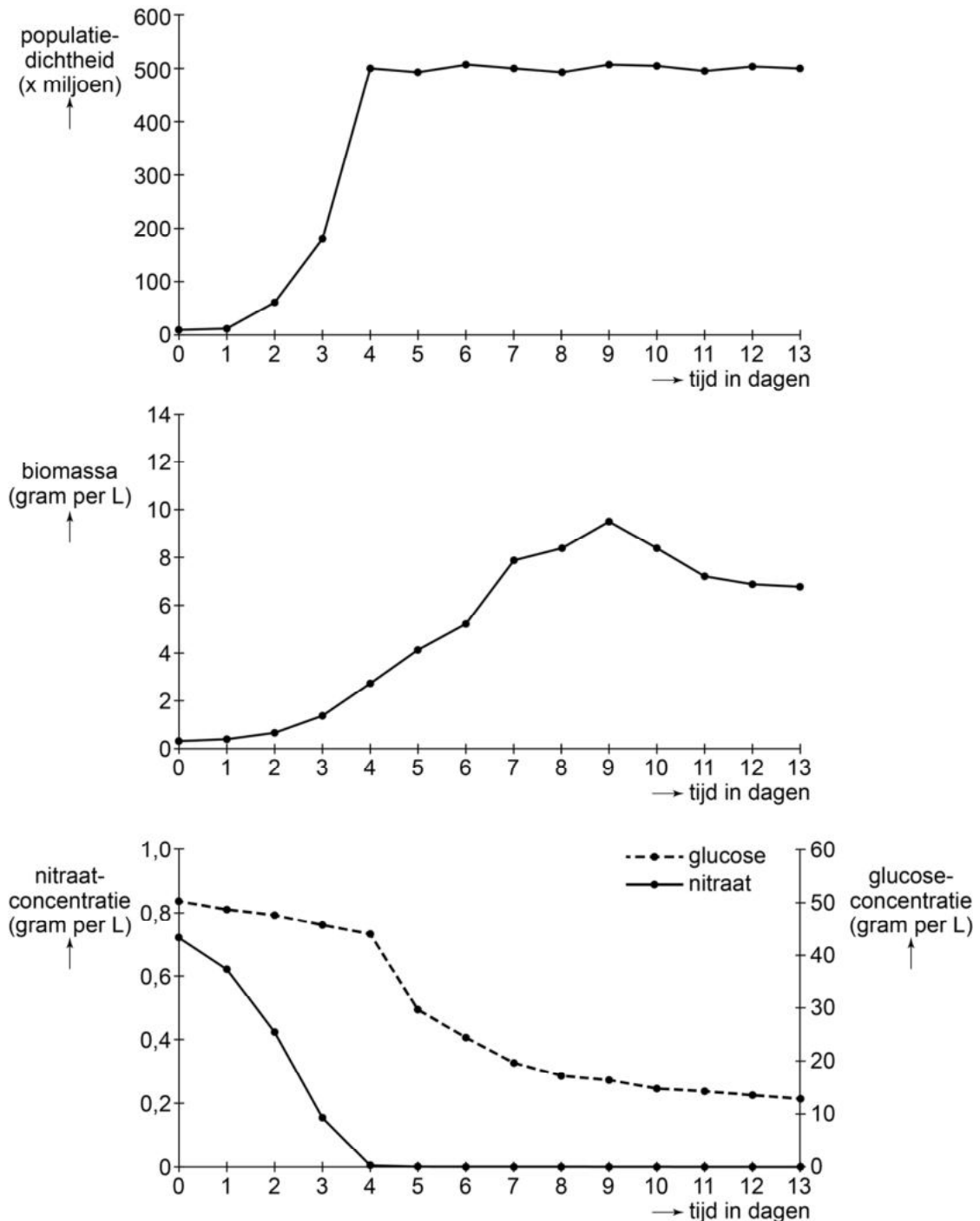
- 2p 4 Is de zoute kweekvloeistof hypertoon of hypotoon ten opzichte van de cellen van *S. obliquus*? En zullen de cellen van *S. obliquus* dan krimpen of zwellen?

de zoute kweekvloeistof is	de cellen zullen
A hypertoon	krimpen
B hypertoon	zwellen
C hypotoon	krimpen
D hypotoon	zwellen

Hoewel *N. oleoabundans* tot het plantenrijk behoort, is het mogelijk om deze alg zonder licht in een bioreactor te kweken. Er wordt dan glucose en nitraat toegevoegd aan de kweekvloeistof. Op deze manier kunnen de algen efficiënter vetzuren produceren.

In een onderzoek werd *N. oleoabundans* gekweekt zonder licht. Elke dag werd van de populatie algen de populatiedichtheid en de biomassa bepaald. Van de kweekvloeistof werden de glucoseconcentratie en de nitraatconcentratie gemeten (afbeelding 2).

afbeelding 2



1p 5 Hebben de algen tijdens dit onderzoek een autotrofe levenswijze en/of een heterotrofe levenswijze?

- A geen van beide
- B alleen een autotrofe levenswijze
- C alleen een heterotrofe levenswijze
- D beide

2p 6 Welke stof is de beperkende factor voor de toename van de algenpopulatie in de bioreactor? En uit welk gegeven in de grafiek is dit af te leiden?

beperkende factor	af te leiden uit
A glucose	het afnemen van de biomassa
B glucose	het stabiliseren van de populatiedichtheid
C nitraat	het afnemen van de biomassa
D nitraat	het stabiliseren van de populatiedichtheid

Behalve vetzuren maakt *N. oleoabundans* ook aminozuren. De aminozuurproductie gaat ten koste van de vetzuurproductie. In een vervolgonderzoek werd daarom bepaald bij welke verhouding tussen koolstof en stikstof (C/N-verhouding) van de kweekvloeistof de meeste vetzuren geproduceerd werden.

2p 7 Bevatten vetzuren meer of minder stikstof (N) dan aminozuren? En zullen er daardoor meer vetzuren ontstaan bij een hoge of bij een lage C/N-verhouding?

vetzuren bevatten	meer vetzuren bij een
A meer stikstof	hoge C/N-verhouding
B meer stikstof	lage C/N-verhouding
C minder stikstof	hoge C/N-verhouding
D minder stikstof	lage C/N-verhouding

Door genetisch onderzoek weet De Jaeger welke genen verantwoordelijk zijn voor de zouttolerantie van de alg *N. oleoabundans*.

1p 8 Beschrijf hoe met gebruik van deze kennis een zouttolerante *S. obliquus* kan worden ontwikkeld.

BerkelBike

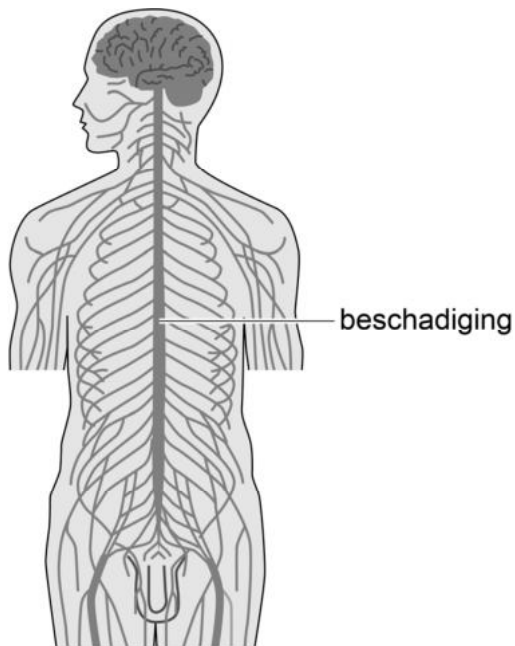
Door een auto-ongeluk is het ruggenmerg van Tobias dusdanig beschadigd dat hij zijn benen niet meer kan bewegen en voelen. Met de BerkelBike kan hij misschien toch weer fietsen.

De BerkelBike (afbeelding 1) – met een trapsysteem voor handen en benen – is in Nederland ontworpen voor mensen die net als Tobias de controle over hun benen kwijt zijn.

afbeelding 1



afbeelding 2



De kliniek waar Tobias revalideert, beveelt hem de BerkelBike aan om zijn beenspieren in conditie te houden. Afbeelding 2 laat zien op welke plaats bij Tobias de beschadiging van het ruggenmerg (dwarslaesie) is opgetreden.

Om gebruik te maken van een BerkelBike moeten de zenuwen van het ruggenmerg naar de beenspieren nog functioneren. Om dit te controleren test een arts de reflexen van de benen. Met een hamertje tikt zij tegen de kniepees van Tobias, waarna spieren in Tobias' dijbeen samentrekken.

1p **9** Verklaar waardoor de dwarslaesie geen effect heeft op de kniepeesreflex.

Voor een rit op de BerkelBike worden elektrodes op de huid van Tobias' benen geplakt. De elektrodes wekken impulsen op in de zenuwen die zijn beenspieren aansturen. De software van de fiets regelt de timing waardoor de spieren op het juiste moment samentrekken.

2p **10** In welk type zenuwcellen worden impulsen opgewekt door de elektrodes, zodat Tobias kan fietsen op de BerkelBike?

- A** in motorische zenuwcellen van het animale zenuwstelsel
- B** in motorische zenuwcellen van het autonome zenuwstelsel
- C** in sensorische zenuwcellen van het animale zenuwstelsel
- D** in sensorische zenuwcellen van het autonome zenuwstelsel

Tobias wil zijn spieren in conditie houden omdat hij hoopt ooit te genezen. Een dwarslaesie is nu nog niet te genezen omdat de beschadigde zenuwcellen niet vanzelf herstellen. Onderzoekers proberen nu ongedifferentieerde cellen van patiënten te laten uitgroeien tot zenuwcellen waarmee de beschadiging in het zenuwstelsel zou kunnen worden hersteld.

1p 11 Noteer de naam van ongedifferentieerde cellen.

1p 12 Waarin verschillen zenuwcellen van de ongedifferentieerde cellen?

- A Zenuwcellen hebben een ander genoom.
- B Zenuwcellen hebben een ander genotype.
- C Zenuwcellen hebben een ander karyotype.
- D Zenuwcellen hebben een andere genexpressie.

Bij zenuwen die buiten het ruggenmerg en de hersenen liggen, kunnen kleine beschadigingen wel worden hersteld. Onderzoekers ontdekten dat de cellen die de axonen omhullen, bij beschadiging groeistimulerende eiwitten produceren. Deze eiwitten stimuleren het herstel van de beschadigde axonen.

2p 13 Hoe heten de cellen die deze groeistimulerende eiwitten maken? En bevinden deze cellen zich in het centraal of in het perifeer zenuwstelsel?

naam	plaats
A cellen van Schwann	centraal zenuwstelsel
B cellen van Schwann	perifeer zenuwstelsel
C schakelcellen	centraal zenuwstelsel
D schakelcellen	perifeer zenuwstelsel

Aantrekkingskracht van Portugese zonnedauw

Aan de universiteit van Cádiz in Spanje onderzoekt Nils Bertol hoe de Portugese zonnedauw insecten aantrekt.

De Portugese zonnedauw (*Drosophyllum lusitanicum*, afbeelding 1) is een vleesetende plant die vóórkomt op droge bodems in het noorden van Marokko en het zuiden van Spanje en Portugal. De plant is voor zijn stikstofverbindingen afhankelijk van insecten. De insecten worden gevangen door de plakkerige uitscheidingsproducten van de klieren die zich op de lange bladeren bevinden. Andere klieren in het blad scheiden enzymen uit waardoor de insecten worden verteerd.

afbeelding 1



De bladcellen nemen het bij vertering ontstane ammonium op en gebruiken dit als bouwstof voor aminozuren. Deze aminozuren worden vervolgens via de vaatbundels getransporteerd naar andere delen van de plant.

1p 14 Noteer via welk type vaten dit transport van aminozuren plaatsvindt.

De Portugese zonnedauw is ook voor bestuiving afhankelijk van insecten. Nils onderzocht of de insectensoorten die Portugese zonnedauw bestuiven ook door de plant worden gevangen. Hij observeerde bloeiende Portugese zonnedauw en noteerde welke insectensoorten de meeldraden en stempel aanraakten en welke insectensoorten door de bladeren werden gevangen.

Met de tellingen kan worden bepaald:

- a het aantal soorten dat zowel bestuiver als prooi is
- b het aantal soorten dat alleen bestuiver is
- c het aantal soorten dat alleen prooi is

Met deze waarden kan worden berekend in welke mate de bestuivende insecten ook als prooi dienen. Dit wordt de similariteit tussen prooien en bestuivers genoemd. Dit getal wordt berekend met de onderstaande formule.

$$\text{similariteit} = \frac{a}{a + b + c}$$

Een similariteit van 1 betekent dus dat alle bestuivers van de plant ook prooi voor deze plant zijn.

In tabel 1 staan de gegevens van de tellingen. Het was niet mogelijk om alle insecten op soort te determineren. Ga er bij het beantwoorden van vraag 15 van uit dat elke regel in de tabel één soort weergeeft.

tabel 1

insectensoort	waargenomen insecten	
	als bestuiver (aantal)	als prooi (+ = aanwezig, – = afwezig)
1. <i>Panurgus sp.</i>	39	–
2. <i>Halictus scabiosae</i>	9	–
3. <i>Panurgus cephalotes</i>	4	–
4. <i>Panurgus banksianus</i>	2	–
5. <i>Andrena sp.</i>	2	–
6. <i>Dasypoda hirtipes</i>	1	–
7. Formicidae	0	+
8. <i>Enicopus sp.</i>	86	+
9. <i>Oxythyrea funesta</i>	3	–
10. <i>Omaloplia sp.</i>	2	–
11. Elateridae	0	+
12. <i>Lagria sp.</i>	0	+
13. Curculionidae	0	+
14. Coccinellidae	0	+
15. <i>Drosophila sp.</i>	0	+
16. <i>Usia sp.</i>	2	–
17. <i>Episyrphus sp.</i>	1	+
18. <i>Eristalis sp.</i>	1	+
19. <i>Eupeodes sp.</i>	0	+
20. Acalyptratae	0	+
21. Anthomyiidae	0	+
22. <i>Siphona sp.</i>	0	+
23. <i>Bombylella atra</i>	0	+
24. <i>Nephrotoma sp.</i>	0	+
25. Microlepidoptera	0	+
26. Aphididae	0	+
27. Chrysopidae	0	+

- 2p **15** – Bepaal aan de hand van de gegevens in tabel 1 de waarden van a, b en c (pagina 8) en noteer deze waarden.
- Bereken de similariteit tussen de prooien en de bestuivers van de Portugese zonnedaauw. Noteer je berekening en geef je antwoord in twee decimalen.

Uit tabel 1 blijkt dat sommige soorten zowel bestuiver als prooi zijn.

- 1p **16** Verklaar dat het voor de zonnedaauw als soort een nadeel is als dezelfde insectensoort zowel bestuiver als prooi is.

Een onderzoeker in Nederland wil een vervolg-experiment doen met de Portugese zonnedaauw. Hij doet deze proeven in een afgesloten plantenkas in verband met de risico's van het introduceren van een exoot.

- 1p **17** Beschrijf een risico voor inheemse planten als gevolg van het introduceren van Portugese zonnedaauw in Nederland.

Chris Calewaert raakte tijdens zijn opleiding tot biotechnologisch ingenieur gefascineerd door okselgeur.

Op een morgen werd hij wakker met een zeer onprettige geur, ondanks dat hij zich de avond ervoor nog goed had gewassen. Andere okselbacteriën hadden de overhand gekregen, mogelijk doordat hij in het bed van iemand anders had geslapen en zo met deze bacteriën in contact was gekomen.

Zweetklieren in de oksels scheiden behalve water en zouten ook organische stoffen uit. Deze organische stoffen zijn een voedingsbodem voor bacteriën.

Ondanks dat iedereen dezelfde stoffen uitscheidt bij het zweten, kan de geur van zweet erg verschillen. De geur is afhankelijk van de soorten bacteriën die op je huid vóórkomen. In de levensgemeenschap van bacteriën in de oksel is meestal één geslacht dominant. Vaak is dat *Staphylococcus*, soms is dat *Corynebacterium*. Deze laatste produceert stinkende gassen bij de afbraak van organische stoffen.

Ook Chris bleek last te hebben van *Corynebacterium*. Hij veronderstelde dat als *Corynebacterium* opeens zijn oksels kan koloniseren, andere bacteriën die géén stinkende stoffen produceren dat ook kunnen doen. Om dit te onderzoeken ontwierp hij een experiment.

Chris vroeg proefpersonen zich enkele dagen niet te wassen, geen deodorant te gebruiken en gedurende die tijd wattenschijfjes onder hun oksels te dragen. Een geurpanel beoordeelde vervolgens de okselgeur bij de personen zelf (afbeelding 1), en de geur van de wattenschijfjes zonder dat de proefpersonen erbij waren.

afbeelding 1



- 1p **18** Licht toe waarom de geurtest meer valide is als het geurpanel aan de wattenschijfjes ruikt in plaats van aan de oksels zelf.

Voor het vervolg van zijn onderzoek – het transplanteren van okselbacteriën – selecteerde Chris proefpersonen bij wie *Corynebacterium* domineerde in de oksel.

Voor elke proefpersoon zocht hij een familielid zonder slechte okselgeur als bacteriedonor. Deze donor mocht een week de oksels niet wassen en moest gedurende deze week wattenschijfjes onder de oksels dragen. Deze wattenschijfjes werden vervolgens een week gedragen door de proefpersoon, om zo te proberen de okselbacteriën te transplanteren. Om de transplantatie succesvol te laten zijn, werden de oksels van de proefpersonen drie dagen voor de transplantatie behandeld met een antibioticum.

- 2p **19** Leg uit hoe de antibioticumbehandeling bijdraagt aan een succesvolle transplantatie.

Chris kwam uiteindelijk van zijn stinkende okselgeur af doordat hij een oud T-shirt is gaan dragen dat hij vaak aan had gehad tijdens het klussen. Door deze waarneming kreeg Chris ideeën voor vervolgonderzoek. Waarschijnlijk zaten er nog oude okselbacteriën in het shirt, ondanks dat het vaak gewassen was.

Een mogelijke onderzoeksvraag is:

Wat is het effect van het gebruik van wasmiddel tijdens het wassen van kleding op het overleven van bacteriën van het geslacht *Corynebacterium*?

- 3p **20** – Beschrijf een onderzoekszet die past bij deze onderzoeksvraag.
– Noteer welke meting daarbij moet worden uitgevoerd.

Obesitas en diabetes type 2

Diabetes type 2 is een welvaartsziekte die in steeds meer landen veel voorkomt. Onderzoek toont aan dat voedingspatroon en erfelijke factoren een rol spelen in het ontwikkelen van deze aandoening.

Patiënten met diabetes type 2 maken wel insuline aan, maar de gevoeligheid van hun cellen voor insuline neemt af. De symptomen van diabetes type 2 zijn onder andere vermoeidheid en dorst. Na verloop van tijd kan schade aan bloedvaten ontstaan.

Bij het ontstaan van diabetes type 2 zijn veranderingen op verschillende organisatieniveaus waar te nemen.

Veranderingen zijn:

- 1 De opname van glucose uit het bloed door de cellen vermindert.
- 2 De hersenstam registreert een hoge osmotische waarde van het bloed.
- 3 De patiënt gaat veel drinken.
- 4 Receptoren voor insuline worden minder gevoelig.

- 2p 21 – Noteer de nummers 1 tot en met 4 in de juiste volgorde van **oorzaak naar gevolg** onder elkaar.
- Noteer achter elk nummer op welk organisatieniveau de betreffende verandering is beschreven. Kies uit molecuulniveau, celniveau, orgaanniveau en organismeniveau. Gebruik elk niveau één keer.

Bij patiënten met onbehandelde diabetes type 2 wordt niet alle glucose uit de voorurine opgenomen. Als gevolg hiervan produceren de patiënten veel urine.

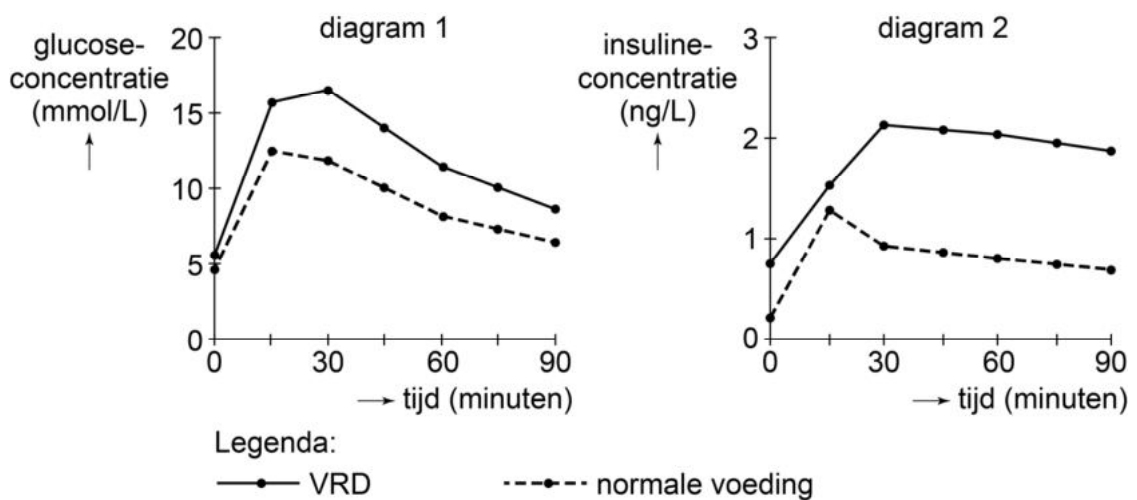
- 2p 22 Wat is de oorzaak van deze toegenomen urineproductie?
- A De terugresorptie van water neemt af.
 - B De terugresorptie van water neemt toe.
 - C De ultrafiltratie neemt af.
 - D De ultrafiltratie neemt toe.

In sommige families ontwikkelen opeenvolgende generaties diabetes type 2. Omdat zowel voedingspatroon (dieet) als erfelijke factoren een rol spelen, is het lastig vast te stellen hoe groot de rol van deze factoren afzonderlijk is.

Amerikaanse wetenschappers hebben bij ratten de invloed van het dieet op de glucoseconcentratie in het bloed onderzocht. Mannelijke ratten die genetisch vrijwel identiek waren, werden gevoed met een normaal of met een vetrijk dieet (VRD). De VRD-ratten ontwikkelden obesitas (ernstig overgewicht).

Beide groepen kregen, na een periode zonder eten en drinken, een glucosedrankje te drinken (tijdstip 0). Daarna werden de veranderingen in de concentratie glucose (afbeelding 1, diagram 1) en in de concentratie insuline (afbeelding 1, diagram 2) in het bloed bepaald.

afbeelding 1



Naar aanleiding van afbeelding 1 worden de volgende uitspraken gedaan:

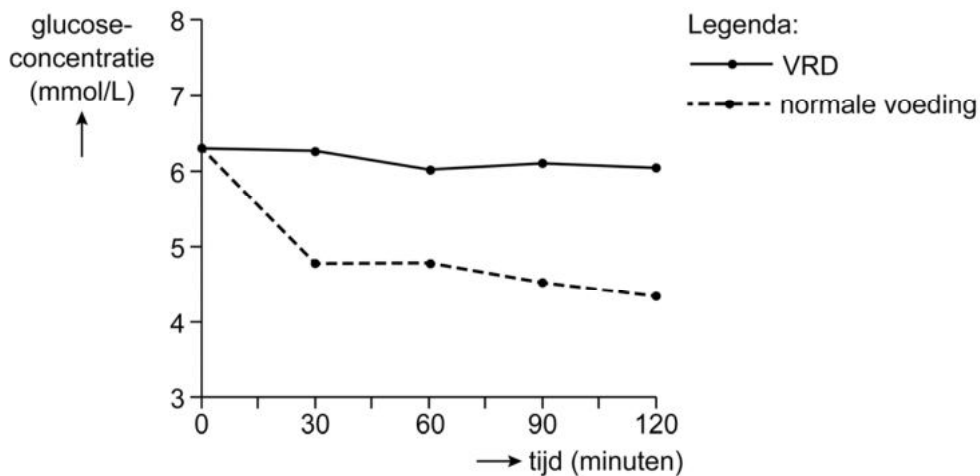
- 1 Als gevolg van de insulineafgifte stijgt de glucoseconcentratie.
- 2 Het dieet van een rat heeft invloed op de regulatie van de glucoseconcentratie.

2p 23 Welke uitspraak is juist?

- A geen van beide
- B alleen 1
- C alleen 2
- D zowel 1 als 2

Beide groepen kregen een dag later een hoeveelheid insuline ingespoten. Het diagram in afbeelding 2 geeft de veranderingen weer van de glucoseconcentratie in het bloed na inspuiting van insuline op tijdstip 0.

afbeelding 2



- 2p **24** Leg uit hoe uit afbeelding 2 is af te leiden dat de VRD-ratten diabetes type 2 hebben.

De mannetjesratten uit beide dieetgroepen werden gekruist met vrouwtjes die een normaal dieet hadden. De nakomelingen werden onderzocht op verschillende eigenschappen.

Het geboortegewicht van de jongen bleek nauwelijks te verschillen in de twee groepen. De glucoseregulatie van de vrouwelijke nakomelingen van de VRD-vaderratten was wel verstoord. De genexpressie in de cellen van de eilandjes van Langerhans bleek bij deze vrouwtjes afwijkend te zijn.

De onderzoekers toonden verschillen in genexpressie aan door de hoeveelheid van bepaalde organische stoffen te meten.

- 1p **25** Van welk type stoffen hebben zij de concentratie gemeten?
- A van aminozuren
 - B van DNA
 - C van eiwitten
 - D van nucleotiden
- 1p **26** Wat is de meest voor de hand liggende oorzaak van de verschillen tussen de nakomelingen van vaderratten met een vetrijk dieet en de nakomelingen van vaderratten met een normaal dieet?
- A de milieuomstandigheden in de baarmoeder
 - B een epigenetische verandering
 - C een genoommutatie
 - D een puntmutatie

Tijdens Adrianna's uitwisselingsjaar in Minnesota (VS) doet zij op haar highschool genetica-experimenten met GloFish®.

De GloFish® zijn zebravissen (*Danio rerio*, afbeelding 1) die transgeen zijn gemaakt doordat aan een bevruchte eicel een of meer genen voor een fluorescerend eiwit zijn toegevoegd. Deze genen zijn afkomstig uit kwallen of zeeanemonen die van nature fluorescerend eiwit maken. Zo'n gen van een ander organisme, een transgen, wordt dan op een willekeurige plaats in het genoom van de zebravis ingebouwd. Er zijn inmiddels GloFish® in de fluorkleuren groen, rood, geel, blauw en oranje.

afbeelding 1



De transgenen komen alleen tot expressie in de spiercellen van de zebravis en niet in andere celtypen. Daardoor zijn de fluorescerende eiwitten alleen in de spiercellen aanwezig. De makers van de GloFish® hadden er met een iets andere aanpak voor kunnen kiezen om de fluorescerende eiwitten in de huidcellen te laten aanmaken. Toch hebben ze dat niet gedaan, omdat dit de fluorescentie zou verminderen.

Leerlingen in Adrianna's klas doen hierover de volgende uitspraken:

- 1 Doordat huidcellen andere aminozuren bevatten, zou de fluorescentie minder sterk zijn.
- 2 Doordat huidcellen zich vaker delen dan spiercellen zou de eigenschap fluorescentie verloren gaan.
- 3 Doordat huidweefsel van de zebravis minder dik is dan spierweefsel zou de fluorescentie in de huid minder sterk zijn.

2p 27 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Op Adrianna's highschool hebben ze de volgende vissen:

- niet-transgene, lichtgrijze zebravissen
- rode GloFish® die homozygoot zijn voor het transgen dat codeert voor rood fluorescerend eiwit
- gele GloFish® die homozygoot zijn voor het transgen dat codeert voor geel fluorescerend eiwit
- oranje GloFish® met een onbekend genotype

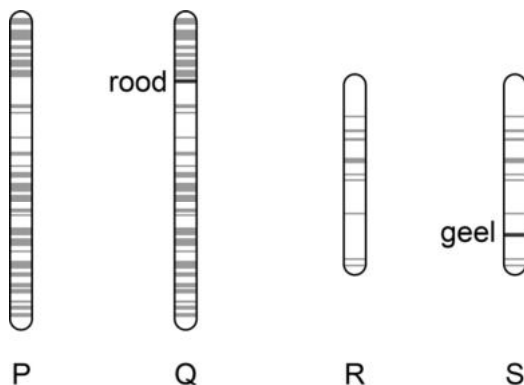
De leerlingen moeten de volgende hypothese toetsen: de aanwezigheid van één transgen voor rood fluorescerend eiwit is voldoende om rood tot expressie te laten komen.

- 2p 28
- Noteer de kruising die het meest geschikt is om dit te toetsen.
 - Noteer het fenotype van de nakomelingen die ontstaan als de hypothese juist is.

Een tweede hypothese is dat oranje vissen zowel het transgen voor rood als het transgen voor geel dragen. Om dit te toetsen kruist Adrianna een rood GloFish®-mannetje en een geel GloFish®-vrouwtje. Alle nakomelingen uit deze kruising zijn oranje. De docent legt uit dat dit het gevolg is van twee genen die samen een eigenschap bepalen. Het transgen voor rood ligt op een ander chromosoom dan het transgen voor geel.

In afbeelding 2 zijn de chromosomen P, Q, R en S weergegeven. Het transgen voor rood bevindt zich op chromosoom Q, dat voor geel op chromosoom S.

afbeelding 2



- 2p 29 Welke combinatie van chromosomen hebben de vissen die worden gekruist bij het onderzoek naar de tweede hypothese?

	rood mannetje	geel vrouwtje
A	PPQQ	PPSS
B	PPQQ	RRSS
C	QQRR	PPSS
D	QQRR	RRSS

Zebravissen komen van nature voor in Zuidoost-Azië. Een klasgenoot vraagt zich af wat er zou gebeuren als een rood GloFish®-vrouwtje uitgezet zou worden op een plaats waar zebravissen van nature vóórkomen.

Volgens Adrianna is, als gevolg van selectie, de kans heel klein dat uit de uitgezette GloFish® een populatie fluorescerende zebravissen zal ontstaan in de natuurlijke omgeving.

- 2p **30**
- Licht met een voorbeeld toe hoe natuurlijke selectie kan voorkómen dat een populatie fluorescerende zebravissen ontstaat.
 - Licht met een voorbeeld toe hoe seksuele selectie kan voorkómen dat een populatie fluorescerende zebravissen ontstaat.

Vaccinatie tegen mazelen

Irene heeft een dochtertje van één jaar, Kiki. Kiki is tegen een aantal ziekten gevaccineerd, waaronder polio. Afgelopen week heeft Irene de uitnodiging gekregen om Kiki te laten vaccineren tegen de bof, mazelen en rodehond. Irene twijfelt. Is het echt nodig om Kiki in te enten tegen mazelen? Ze zoekt op internet naar informatie en raadpleegt haar huisarts.

Het vaccin tegen polio bevat virusfragmenten, het vaccin tegen mazelen bevat verzwakte virussen.

- 2p 31 Van welke vorm van immunisatie is er sprake bij poliovaccinatie? En van welke vorm van immunisatie is er sprake bij mazelenvaccinatie?

vorm immunisatie bij poliovaccinatie	vorm immunisatie bij mazelenvaccinatie
A actief	actief
B actief	passief
C passief	actief
D passief	passief

Irene leest dat mazelen een zeer besmettelijke ziekte is. Het virus wordt overgedragen door de lucht via druppeltjes vocht die een mazelenpatiënt verspreidt bij het uitademen, hoesten en vooral bij het niezen (afbeelding 1).

afbeelding 1



- 1p 32 Een nies is een reflex die ontstaat door prikkeling van het neusslijmvlies. Via welk deel van het zenuwstelsel verloopt de niesreflex?

- A via de hersenschors
- B via de hersenstam
- C via de kleine hersenen

Door de reflex worden ademhalingspijpen, waaronder de binnenste tussenribpijpen, krachtig samengetrokken. Hierdoor wordt lucht met druppeltjes vocht uitgestoten.

- 2p 33 Trekken ook de buikpijpen en/of de middenribpijpen samen tijdens het uitstoten van lucht?

- A geen van beide
- B alleen de buikpijpen
- C alleen de middenribpijpen
- D de buikpijpen en de middenribpijpen

Als iemand druppeltjes met mazelenvirus inademt, kunnen de virussen dekwepfelcellen in de luchtwegen infecteren. De virussen worden in de dekwepfelcellen vermenigvuldigd en komen vervolgens vrij. Deze virussen binden ook aan receptoren op het membraan van macrofagen die zich in de luchtwegen bevinden.

1p **34** Tot welke groep organische stoffen behoort een receptor?

- A tot de eiwitten
- B tot de fosfolipiden
- C tot de monosachariden
- D tot de polysachariden

Het mazelenvirus wordt niet afgebroken door de macrofaag. De macrofaag brengt het virus naar een dichtbijgelegen lymfeknoop, waar lymfocyten worden geïnfecteerd met het virus. De geïnfecteerde lymfocyten reizen vervolgens via lymfevaten en bloedvaten door het lichaam en bereiken onder andere de milt, waar nog meer lymfocyten worden geïnfecteerd met het virus. Hierdoor wordt het afweersysteem ernstig verstoord.

Een geïnfecteerde lymfocyt komt vanuit het lymfevatensysteem bij de sleutelbeenader in de bloedsomloop.

Een aantal bloedvaten zijn:

- 1 aorta
- 2 bovenste holle ader
- 3 longader
- 4 longslagader
- 5 miltader
- 6 miltslagader
- 7 onderste holle ader

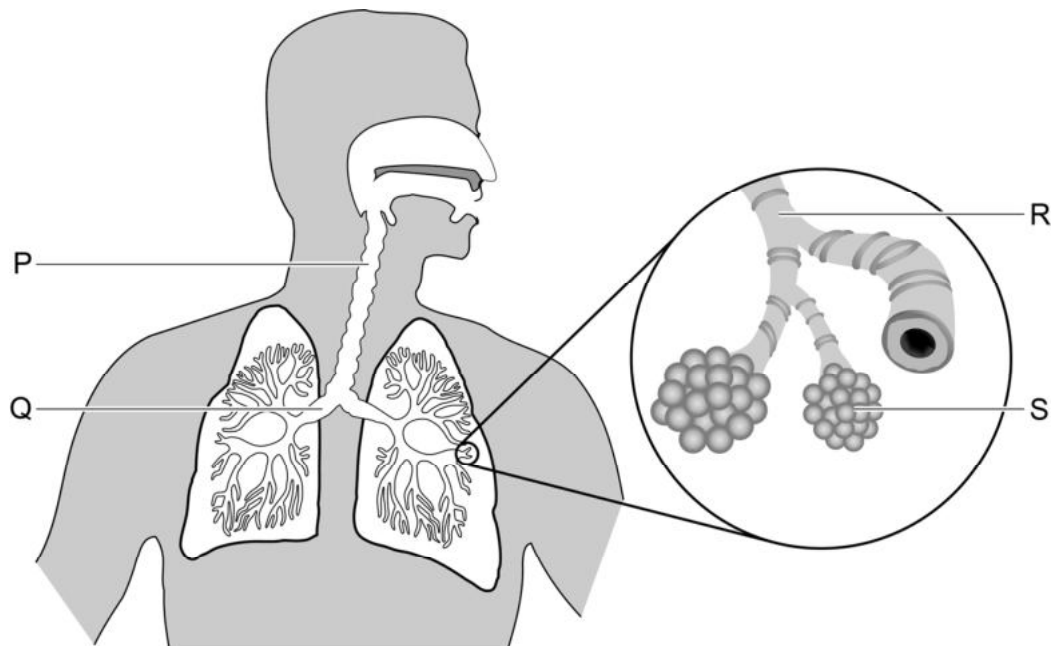
1p **35** Door welke van deze bloedvaten gaat de geïnfecteerde lymfocyt op de kortste weg vanuit de sleutelbeenader tot aan de milt? Noteer de betreffende nummers in de juiste volgorde.

De huisarts vertelt Irene dat een kind met mazelen hoge koorts kan krijgen en een grotere kans heeft op bacteriële infecties, zoals ontstekingen van de bronchiolen. Dit komt doordat het mazelenvirus de beschermende werking van het dekwepfel van de luchtwegen vermindert.

2p **36** – Noteer een beschermende eigenschap van het dekwepfel van de luchtwegen.
– Licht toe hoe deze eigenschap beschermt tegen een bacteriële infectie.

In afbeelding 2 zijn vier onderdelen van de luchtwegen met letters aangegeven.

afbeelding 2



1p **37** Noteer de letter die een bronchiole aangeeft.

Het mazelenvirus infecteert ook de geheugencellen van het afweersysteem. Als deze geïnfekteerde geheugencellen worden vernietigd door het afweersysteem, gaat een deel van het immunologisch geheugen verloren. Kinderen die mazelen hebben gehad lopen hierdoor in de twee jaar daarna een grotere kans om andere infectieziektes te krijgen.

2p **38** Welke cellen vormen het immunologisch geheugen? En behoren deze cellen tot de aangeboren (niet-specifieke) afweer of tot de verworven (specifieke) afweer?

type cellen	aangeboren of verworven afweer
A bepaalde B- en T-cellen	aangeboren afweer
B bepaalde B- en T-cellen	verworven afweer
C bepaalde macrofagen	aangeboren afweer
D bepaalde macrofagen	verworven afweer

Gieren in gevaar

In Afrika is de populatiegrootte van de meeste gierensoorten in vijftig jaar met meer dan tachtig procent afgenomen. Belangrijkste oorzaak is de mens, die de vogels bejaagt en vergiftigt. De afname heeft gevolgen voor de ecosystemen waarvan de vogels deel uitmaken.

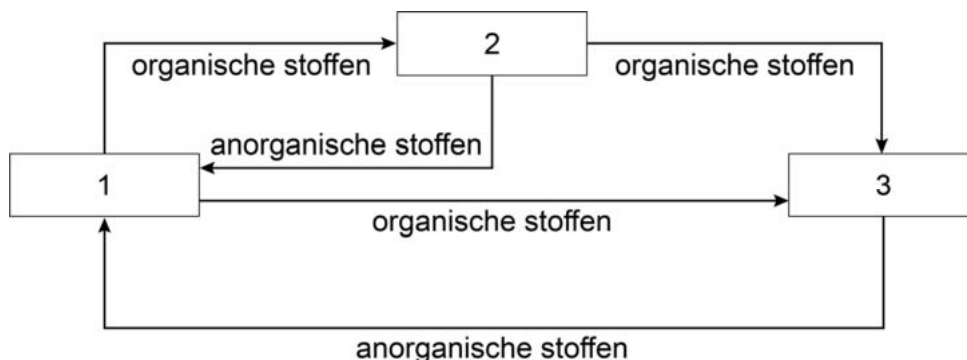
Gieren zoals de witruggier (afbeelding 1) zijn aaseters. Ze scheuren het lichaam van een dood dier (kadaver) open, steken hun kop in het lichaam en vreten de ingewanden, spieren, pezen, huid en zelfs de botten op. Het eten van kadavers is riskant. Kadavers zijn broedplaatsen van bacteriën die infectieziekten kunnen veroorzaken.

afbeelding 1



Gieren en bacteriën die van het kadaver leven, spelen een rol in de kringloop van stoffen. In afbeelding 2 is een kringloop van stoffen vereenvoudigd weergegeven.

afbeelding 2



In de genummerde vakken van afbeelding 2 ontbreken de woorden consumenten, producenten en reducers.

- 2p 39 Tot welk vak behoren de bacteriën die van het kadaver leven? En tot welk vak behoren de gieren?

Noteer je antwoord als volgt:

bacteriën: vak ...

gieren: vak ...

Een witruggier heeft een kale kop. Sommige biologen denken dat dit een aanpassing is aan hun manier van voeden.

- 2p 40 Beredeneer hoe een kale kop daarbij de overlevingskans kan vergroten.

Andere biologen denken dat de kale kop dient voor temperatuurregulatie. Gieren kunnen namelijk niet zweten, waardoor de temperatuur van de romp te hoog zou kunnen worden.

- 2p 41 Beschrijf hoe de warmte van de romp kan worden afgevoerd via de kop.

Gieren hebben maagzuur met een extreem lage pH.

- 2p 42 Leg uit dat dit functioneel is bij de voedingswijze van gieren.

De sterke afname van het aantal gieren in Afrika wordt mede veroorzaakt doordat boeren aas neerleggen met daarin persistent gif. Hiermee doden ze roofdieren die een bedreiging vormen voor hun vee. De gier eet van het vergiftigde aas en van de vergiftigde roofdieren.

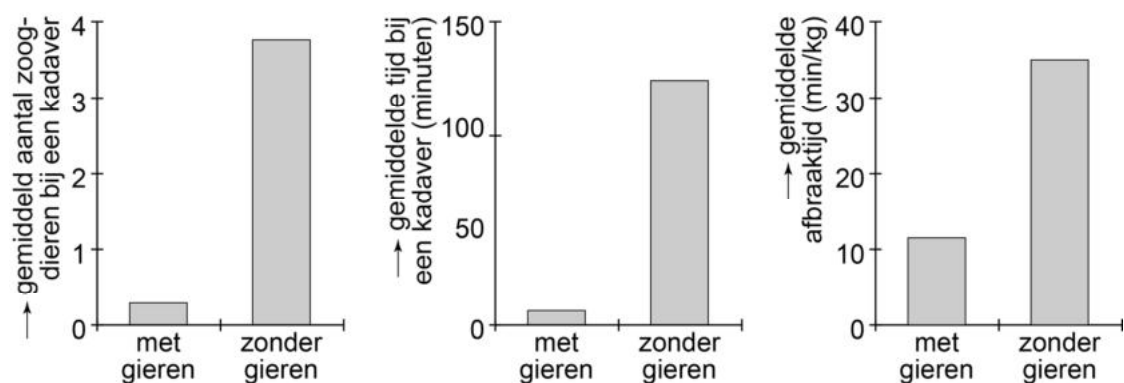
Nadat gifstoffen opgegeten zijn door de gier, kunnen ze:

- 1 terechtkomen in het bloed
- 2 terechtkomen in de gal
- 3 terechtkomen in de voorurine
- 4 terechtkomen in levercellen

- 2p 43 Schrijf de nummers 1 tot en met 4 onder elkaar en noteer erachter of het betreffende proces **wel** of **niet** kan bijdragen aan ophoping van de persistente gifstof in het lichaam van de gier.

Gieren zijn niet de enige gewervelden die dode dieren opeten. Ook zoogdieren zoals hyena's, jakhalzen en wilde honden zijn aaseters. Het gedrag van deze zoogdieren is vergeleken in situaties met gieren en situaties zonder gieren. Onderzocht is hoeveel individuen van een kadaver eten en hoelang ze daarmee bezig zijn. Ook is onderzocht hoe snel het kadaver geheel afgebroken is. De resultaten van dit onderzoek staan in afbeelding 3.

afbeelding 3



Onderzoekers denken dat een sterke afname van het aantal gieren tot een toename van infectieziekten bij aasetende zoogdieren kan leiden.

- 2p 44
- Noteer aan de hand van afbeelding 3 een verandering die zal optreden als er steeds minder gieren zijn in een gebied.
 - Verklaar hoe deze verandering kan leiden tot een toename van de verspreiding van infectieziekten onder aaseters.

Bronvermelding

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