

Examen HAVO 2026

tijdvak 2
dinsdag 23 juni
13:30 - 16.30 uur

biologie

Gebruik zo nodig het informatieboek Binas of ScienceData.

Dit examen bestaat uit 46 vragen.

Voor dit examen zijn maximaal 74 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.

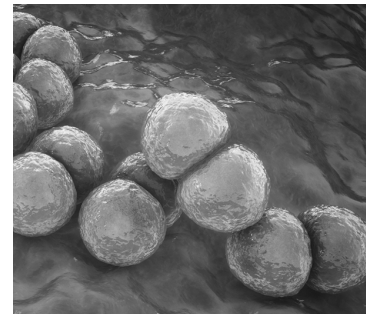
Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.

Schrik voor een prik

Sinds 2020 krijgen mensen die ouder zijn dan zestig jaar een uitnodiging voor een vaccinatie tegen pneumokokkenziekte. Mevrouw Hertogs komt naar het vaccinatiespreekuur, waar doktersassistente Vicky de prikken zet.

Pneumokokkenziekte wordt veroorzaakt door de pneumokokbacterie (*Streptococcus pneumoniae*, zie afbeelding). Veel kinderen en volwassenen hebben pneumokokbacteriën in het slijmvlies van hun neusholte. Zolang mensen gezond zijn, hebben ze geen voordeel of nadeel van deze bacteriën. Ze kunnen de bacteriën wel verspreiden door hoesten of niezen.

Bij ouderen met een verminderde afweer kan de pneumokokbacterie de dekweefselcellen van de luchtwegen passeren. De bacterie komt dan in het inwendig milieu terecht, waar die een ernstige longontsteking kan veroorzaken.



1 μm

In de neusholte bevinden zich een fysische en een (bio)chemische barrière van de aangeboren afweer tegen het binnendringen van de pneumokokbacterie.

- 2p 1 Welke fysische barrière is dit? En welke (bio)chemische barrière? Gebruik je informatieboek.

	<u>fysische barrière</u>	<u>(bio)chemische barrière</u>
A	hoornlaag	lage pH
B	hoornlaag	lysozymen
C	trilhaarepitheel	lage pH
D	trilhaarepitheel	lysozymen

Tussen de mens en de pneumokokbacterie is sprake van symbiose. In het neusslijmvlies is de symbiose anders dan in het inwendig milieu.

- 2p 2 Welke vorm van symbiose is het meest passend bij de symbiose die optreedt in het neusslijmvlies? En welke bij die in het inwendig milieu?

	<u>neusslijmvlies</u>	<u>inwendig milieu</u>
A	commensalisme	mutualisme
B	commensalisme	parasitisme
C	mutualisme	commensalisme
D	mutualisme	parasitisme
E	parasitisme	commensalisme
F	parasitisme	mutualisme

Vicky vertelt aan mevrouw Hertogs dat bij gezonde mensen de kans klein is dat de pneumokokbacterie het inwendig milieu bereikt. Bij iemand die een virusinfectie heeft in de luchtwegen is die kans groter.

- 1p **3** Verklaar op celniveau waardoor zo'n virusinfectie de kans op binnendringen van de pneumokokbacterie vergroot.

De diffusiesnelheid V van zuurstof vanuit de longblaasjes naar het bloed, kan worden bepaald met de volgende formule:

$$V = \frac{D \times A \times (c_2 - c_1)}{x}$$

- D is de diffusieconstante.
- A is de oppervlakte van de longblaasjes.
- $(c_2 - c_1)$ is het verschil in zuurstofconcentratie tussen bloed en lucht in de longblaasjes.
- x is de diffusieafstand.

In het inwendig milieu van de longen kunnen pneumokokbacteriën een longontsteking veroorzaken. Bij een longontsteking komt er meer vocht met witte bloedcellen in de longblaasjes. Hierdoor verandert de diffusiesnelheid van zuurstof vanuit de longblaasjes naar de longhaarvaten.

Een factor in de formule wordt groter.

- 2p **4** Welke factor wordt groter door de slijmvorming? En hoe verandert dat de diffusiesnelheid?

	factor die groter wordt	diffusiesnelheid wordt
A	A	groter
B	A	kleiner
C	$(c_2 - c_1)$	groter
D	$(c_2 - c_1)$	kleiner
E	x	groter
F	x	kleiner

Wanneer mevrouw Hertogs de naald ziet, raakt ze gestrest. Ze gaat hyperventileren: door activiteit van haar ademcentrum neemt haar ademhalingsfrequentie toe.

- 1p **5** Waar bevindt zich het ademcentrum?
- A** in de hersenstam
 - B** in de grote hersenen
 - C** in de kleine hersenen

Voor mensen met prikangst heeft Vicky een speciale app op haar smartphone. Ze laat mevrouw Hertogs via deze app een spelletje spelen. In het spelletje krijgt mevrouw Hertogs opdrachten die ervoor zorgen dat ze meer ontspant. Hierdoor stopt het hyperventileren.

Tijdens het spelen monitort de app stressreacties in het gezicht, zoals transpiratie, pupilgrootte, het bleek of rood worden van de huid en de hartslagfrequentie.



Hieronder staan uitspraken over stressreacties.

- 1 De pupil wordt groter onder invloed van het orthosympathisch deel van het autonoom zenuwstelsel.
- 2 Door transpiratie neemt de lichaamstemperatuur toe.
- 3 Adrenaline stimuleert de hartslagfrequentie.

2p 6 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Het bleek worden is het gevolg van het samentrekken van spiertjes van bepaalde bloedvaten in het gezicht.

- 1p 7 In welk type bloedvaten trekken spiertjes samen?
- A in adertjes
 - B in haarvaten
 - C in slagadertjes

Wanneer mevrouw Hertogs ontspannen is, kan Vicky haar vaccineren. Het vaccin biedt een aantal jaren bescherming tegen de pneumokokkenziekte.

- 1p 8 Wat zit er in het vaccin?
- A antigenen van de pneumokokbacterie
 - B antistoffen tegen de pneumokokbacterie
 - C cytotoxische T-cellen
 - D geheugencellen
 - E plasmacellen

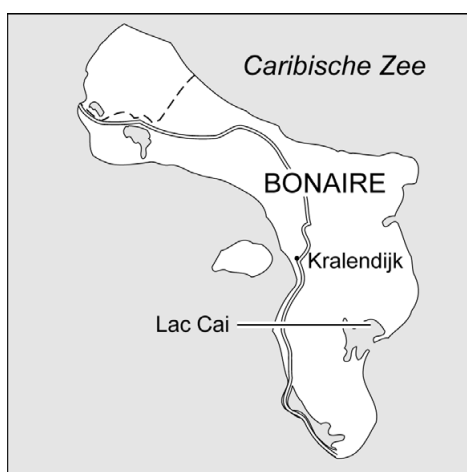
Bon biní na Boneiru (Welkom op Bonaire)

Destiny is gids op Bonaire, een van de eilanden van Caribisch Nederland. Ze gaat met toeristen kajakken in Lac Cai.

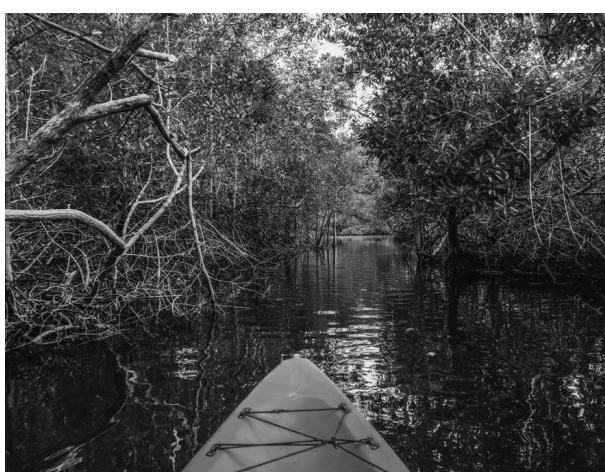
Lac Cai (afbeelding 1) is een beschermd natuurgebied met zeegrasvelden en mangrovebos. Er groeit veel rode mangrove (*Rhizophora mangle*, afbeelding 2). Deze boomsoort heeft roodbruine wortels die uit de stam groeien.

De bomen staan in ondiep, zout water. Op de bodem bevindt zich een grote hoeveelheid afgevalen dode bladeren tussen de wortels. Dit bladafval leidt ertoe dat de bodem er zuurstofarm is.

afbeelding 1



afbeelding 2



- 1p 9 Verklaar hoe de grote hoeveelheid bladafval op de bodem leidt tot zuurstofarme omstandigheden.

Destiny laat zien dat de zwarte mangrove (*Avicennia germinans*) speciale ademwortels heeft die net boven het wateroppervlak uitsteken. Ze vertelt dat via gaatjes in deze ademwortels zuurstof wordt opgenomen en wordt getransporteerd naar de weefsels in de wortels. Daar wordt de zuurstof verbruikt.

- 1p 10 Wanneer vindt zuurstofverbruik in de wortels plaats?
- A alleen overdag
 - B alleen 's nachts
 - C zowel overdag als 's nachts

Destiny plukt bladeren van de zwarte mangrove en laat de toeristen eraan likken. Die bladeren smaken heel zout. Dit komt doordat de bladeren speciale klieren hebben om zout uit te scheiden. Hiermee reguleert de zwarte mangrove de osmotische waarde van de cellen van de bladeren.

- 2p 11 Wordt de osmotische waarde van de bladcellen hoger of lager door de uitscheiding van zouten? En via welke vorm van transport worden zout-ionen uitgescheiden?

	osmotische waarde cellen wordt	uitscheiding via
A	hoger	actief transport
B	hoger	diffusie
C	hoger	osmose
D	lager	actief transport
E	lager	diffusie
F	lager	osmose

afbeelding 3



De zeegrasvelden (afbeelding 3) in Lac Cai bestaan grotendeels uit twee soorten zeegras: *Thalassia testudinum* en *Syringodium filiforme*. Sinds 2010 groeit ook de zeegrassoort *Halophila stipulacea* in Lac Cai. Deze soort is waarschijnlijk meegekomen met schepen vanuit de Rode zee.

- 1p 12 Geef de biologische term voor een soort die zich door menselijk toedoen vestigt buiten zijn oorspronkelijke verspreidingsgebied.

H. stipulacea kan het inheemse zeegras *T. testudinum* verdringen. Waarschijnlijk speelt eutrofiëring daarbij een belangrijke rol.

- 2p 13 Beredeneer hoe eutrofiëring zou kunnen bijdragen aan de verdringing van *T. testudinum* door *H. stipulacea*. Geef hierbij aan wat eutrofiëring is, en wat de rol is van licht bij de verdringing.

Op Bonaire gaat de verdringing van *T. testudinum* door *H. stipulacea* veel langzamer dan op het buureiland Aruba. Onderzoekers vermoeden dat dit komt doordat in de zee rondom Bonaire de diversiteit aan vissen groter is dan op Aruba.

Sommige vissoorten eten van het zeegras, waardoor ze de groei van zeegras kunnen beperken.

Om de diversiteit te bepalen, plaatsten de onderzoekers een groot aantal onderwatercamera's in gebieden bij Bonaire en Aruba. Vervolgens telden ze het aantal vissen en het aantal vissoorten. De resultaten staan in tabel 1.

tabel 1

	totaal aantal vissen	aantal vissoorten
bij Bonaire	566	28
bij Aruba	472	14

Om de resultaten op Bonaire en Aruba te kunnen vergelijken, selecteerden de onderzoekers gebieden waar de abiotische factoren zoveel mogelijk overeenkomen.

- 2p **14** Noteer twee abiotische factoren die in beide onderzoeksgebieden gelijk moeten zijn om de diversiteit aan vissen te kunnen vergelijken.

Hieronder staan uitspraken over het onderzoek.

- 1 De diversiteit aan vissen is groter op Bonaire dan op Aruba.
- 2 Een grotere diversiteit aan vissen gaat de verdringing van *T. testudinum* door *H. stipulacea* tegen.
- 3 Doordat vissen eten van *H. stipulacea*, wordt de verdringing van *T. testudinum* verhinderd.

- 2p **15** Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **wel een conclusie** of **geen conclusie** kan zijn uit de resultaten in tabel 1.

De toeristen hebben genoten van de prachtige natuur van Lac Cai. Een van hen voelt zich ook een beetje schuldig, omdat bij vlieggreizen veel broeikasgassen vrijkomen. Het versterkt broeikaseffect kan leiden tot aantasting van de natuurgebieden van Bonaire.

- 1p **16** Verklaar hoe het versterkt broeikaseffect kan leiden tot aantasting van de natuur van Bonaire.

Oma's aan de top

Sophie studeert Kust- en Zee-management. Voor haar stage mariene biologie neemt ze deel aan onderzoek naar orka's.

Orka's (*Orcinus orca*) zijn zeezoogdieren die behoren tot de tandwalvissen. Ze leven in familiegroepen.

Orka's eten voornamelijk vissen. Ook eten ze inktvissen, zeehonden, kleine walvissoorten en zeevogels. Vissen, inktvissen en kleine walvissoorten voeden zich met zoöplankton.

Zeevogels leven van vis.

Inktvissen, vissen en zeevogels worden gegeten door zeehonden. Algen zijn het voedsel voor zoöplankton.



In de tekst in het bovenstaande informatiekader is een voedselweb beschreven.

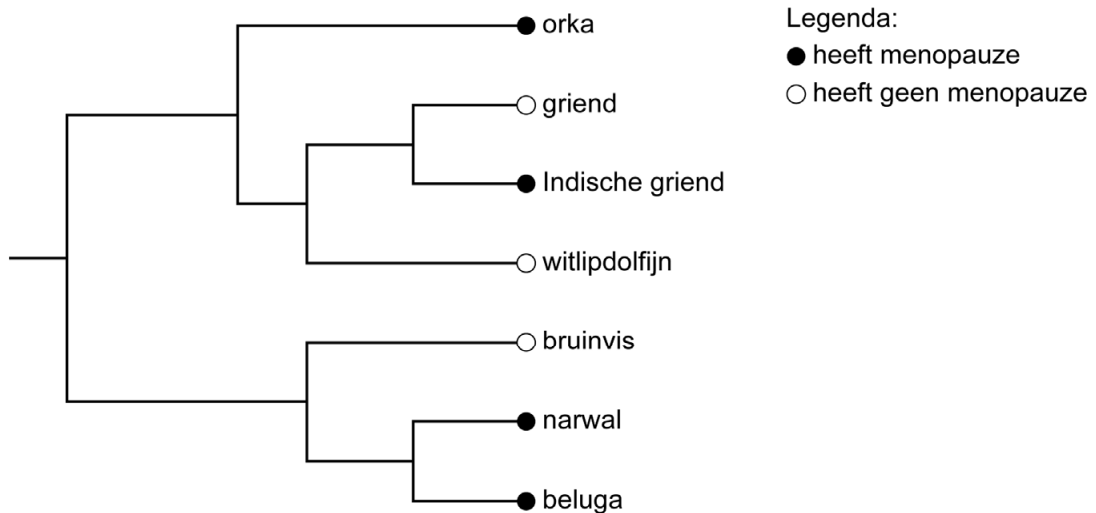
- 2p 17 – Noteer de producenten uit dit web.
– Noteer de naam van de ecologische relatie tussen de kleine walvissoorten en de inktvis.

De orka is onderdeel van het voedselweb in het informatiekader.

- 2p 18 Tot welke orde of ordes van consumenten behoort de orka volgens deze informatie?
- A alleen tot de 2e orde
 - B alleen tot de 2e en 3e orde
 - C alleen tot de 3e en 4e orde
 - D alleen tot de 4e en 5e orde
 - E alleen tot de 3e, 4e en 5e orde
 - F tot de 2e, 3e, 4e en 5e orde

Bij de meeste diersoorten blijven de vrouwtjes hun hele leven vruchtbaar. Bij de orka en enkele andere tandwalvissoorten hebben de vrouwtjes een menopauze, net als bij de mens. Na de menopauze zijn orkavrouwtjes niet meer vruchtbaar. Deze orka's worden oma's genoemd.

Hieronder staat de evolutionaire stamboom van tandwalvissen. Deze stamboom is gemaakt op basis van DNA-onderzoek.



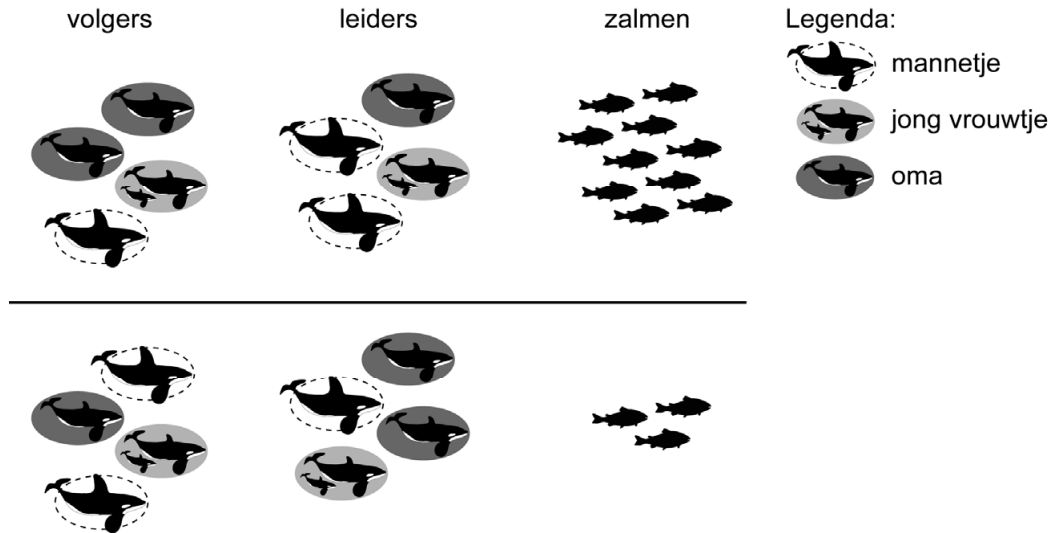
Hieronder staan uitspraken over de stamboom van tandwalvissen.

- 1 Uit de stamboom blijkt dat de voorouder van alle tandwalvissen een menopauze had.
- 2 De witlipdolfijn is nauwer verwant aan de orka dan aan de bruinvis.
- 3 Het DNA van de beluga komt het meest overeen met het DNA van de narwal.

2p 19 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is op basis van de stamboom.

Sophie loopt stage bij wetenschappers die de rol van de oma's in de familiegroepen onderzoeken.

De oma's hebben veel kennis over het leefgebied. Sophie heeft tijdens haar stage de oma's binnen één groep orka's bestudeerd. Zij zag dat de zwempositie van de oma's samenhangt met de hoeveelheid zalm in de zee. De resultaten van haar observaties zijn in de afbeelding schematisch weergegeven.



De wetenschappers denken dat de populatie orka's een betere overlevingskans heeft door de kennis en het gedrag van de oma's.

2p 20 Beredeneer hoe de zwempositie van de oma's de overlevingskans van de populatie orka's vergroot.

Kiezen voor vegan

Michael wil veganistisch (vegan) gaan eten, omdat dat beter is voor het milieu. Hij wil wel voldoende eiwitten binnenkrijgen.

Als je veganistisch eet, eet je geen dierlijke producten. Vlees, vis en zuivel zijn echter een belangrijke bron van eiwitten. Veganisten moeten daarom plantaardige voedingsmiddelen eten met voldoende eiwitten. Ook moeten zij er extra op letten dat ze genoeg mineralen en vitamines binnenkrijgen.



In het spijsverteringskanaal worden eiwitten afgebroken tot aminozuren. Hieronder staan delen van het spijsverteringsstelsel.

- mondholte
- maag
- twaalfvingerige darm
- dunne darm
- dikke darm

- 2p 21 In welke van deze delen worden enzymen toegevoegd aan de voedselbrij die betrokken zijn bij de eiwitafbraak? Noteer deze delen. Gebruik je informatieboek.

Hieronder staan uitspraken over aminozuren.

- 1 Aerobe dissimilatie van aminozuren levert energie op.
- 2 De hoeveelheid aminozuren in het bloed wordt geregeld door de hormonen glucagon en insuline.
- 3 Een teveel aan aminozuren wordt in het lichaam als eiwitreserve opgeslagen.

- 2p 22 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Michael gaat op zoek naar plantaardige producten die de essentiële aminozuren bevatten die hij nodig heeft voor de opbouw van eiwitten in zijn lichaam.

- 1p 23 Verklaar waardoor essentiële aminozuren in de voeding aanwezig moeten zijn.

In dierlijke eiwitproducten zijn essentiële aminozuren meestal in een goede verhouding aanwezig. Voor plantaardige producten geldt dat niet. Door verschillende plantaardige producten te combineren, kan je toch de essentiële aminozuren in een goede verhouding binnenkrijgen. Michael vindt op internet een tabel met informatie over eiwitten en de meest voorkomende aminozuren in witte bonen en rundvlees.

	witte bonen	rundvlees
eiwit in g per 100 g	9,73	26,29
percentage energie afkomstig uit eiwit	28	61
aminozuur	percentage van de aanwezige aminozuren	
asparagine + asparaginezuur	12,7	9,4
glutamine + glutaminezuur	16,0	15,1
leucine	8,0	7,8
lysine	6,9	8,3

Hieronder staan uitspraken over de tabel.

- 1 Van de aanwezige aminozuren is in witte bonen het percentage essentiële aminozuren hoger dan in rundvlees.
- 2 100 gram witte bonen bevat meer leucine dan 100 gram rundvlees.
- 3 Het grootste deel van de energie in rundvlees wordt geleverd door eiwitten.

- 2p **24** Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Michael moet erop letten dat hij voldoende ijzer binnenkrijgt. IJzer dat in groenten aanwezig is, wordt namelijk niet altijd goed door het lichaam opgenomen. Hierdoor kan er een tekort aan hemoglobine ontstaan. Dit kan leiden tot klachten zoals vermoeidheid en duizeligheid.

- 2p **25** Leg uit hoe een tekort aan hemoglobine kan leiden tot vermoeidheid.

Michael leest op een forum dat vegan eten beter is voor je nieren. Een vegan dieet bevat vaak meer kalium en minder natrium. Dit heeft een bloeddrukverlagend effect. Een hoge bloeddruk is een van de oorzaken van nierproblemen.

- 1p **26** In welk deel van de nieren is de bloeddruk het hoogst?
- A** in de glomerulus
- B** in de haarvaten rond het eerste gekronkelde buisje
- C** in de haarvaten rond het tweede gekronkelde buisje

Veganisten kunnen ook een tekort krijgen aan vitamine B12. De meeste veganisten gebruiken voedingssupplementen met vitamine B12. Michael wil weten of die voedingssupplementen wel echt veganistisch zijn.

Op internet leest hij:

Vitamine B12 in supplementen wordt gemaakt door bacteriën in een laboratorium. Hiervoor worden vaak bacteriestammen gebruikt waarin genetische veranderingen zijn opgewekt door blootstelling aan straling of chemicaliën. Soms ontstaat daardoor bij één bacterie toevallig een kleine genetische verandering in een gen waardoor die bacterie meer B12 gaat produceren. Na selectie wordt deze mutante bacterie vermenigvuldigd tot grote aantallen.

- 2p 27 Is de mutatie een genoommutatie of een puntmutatie? En is er bij de selectie van de mutante bacterie sprake van kunstmatige of natuurlijke selectie?

	<u>type mutatie</u>	<u>vorm van selectie</u>
A	genoommutatie	kunstmatige selectie
B	genoommutatie	natuurlijke selectie
C	puntmutatie	kunstmatige selectie
D	puntmutatie	natuurlijke selectie

- 1p 28 Is het B12-voedingssupplement **wel** of **niet** veganistisch? Licht je antwoord toe.

Michael vertelt aan zijn ouders wat het milieuvoordeel is van veganistisch eten. Hij stelt:

Als iedereen veganistisch zou eten, zou er veel minder landbouwgrond nodig zijn.

- 3p 29 Leg de stelling van Michael uit aan de hand van de energiestroom door de voedselketen. Gebruik je informatieboek.

De Vel-bloedgroep

Isa, Kate en Mounir werken aan een profielwerkstuk over bloedgroepen. Behalve de resusfactor en de bloedgroep uit het AB0-systeem, wordt tegenwoordig bij een bloedtransfusie ook de Vel-bloedgroep gecontroleerd.

Een op de vijfduizend mensen heeft geen Vel-eiwit op het celmembraan van de rode bloedcellen. Deze personen zijn Vel-negatief. Na transfusie met Vel-positief bloed kan bij hen een levensgevaarlijke klontering ontstaan.

Het Vel-eiwit werd in 1952 ontdekt toen bloedklontering werd waargenomen na een tweede bloedtransfusie bij een patiënt: mevrouw Vel. Ze had rode bloedcellen ontvangen van een donor met dezelfde AB0-bloedgroep en dezelfde resusbloedgroep.

Isa, Kate en Mounir doen elk een uitspraak over deze tweede bloedtransfusie. Ga ervan uit dat bij de transfusies alleen rode bloedcellen gedoneerd werden.

Isa: De gedoneerde rode bloedcellen bevatten Vel-antigenen.

Kate: De rode bloedcellen van mevrouw Vel bevatten antistoffen tegen de Vel-eiwitten.

Mounir: Door de eerste transfusie zijn B-cellen geactiveerd bij mevrouw Vel.

- 2p **30** Schrijf de namen Isa, Kate en Mounir onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Het gen dat codeert voor het Vel-eiwit is het SMIM1-gen. Dit gen bestaat uit 237 nucleotiden. Er is ook een variant van het SMIM1-gen die uit 220 nucleotiden bestaat. Dit allel is ontstaan door een mutatie en codeert niet voor een Vel-eiwit.

Normaal komt het SMIM1-gen tot expressie bij de vorming van rode bloedcellen uit bloedstamcellen.

Hieronder staan processen die daarbij plaatsvinden.

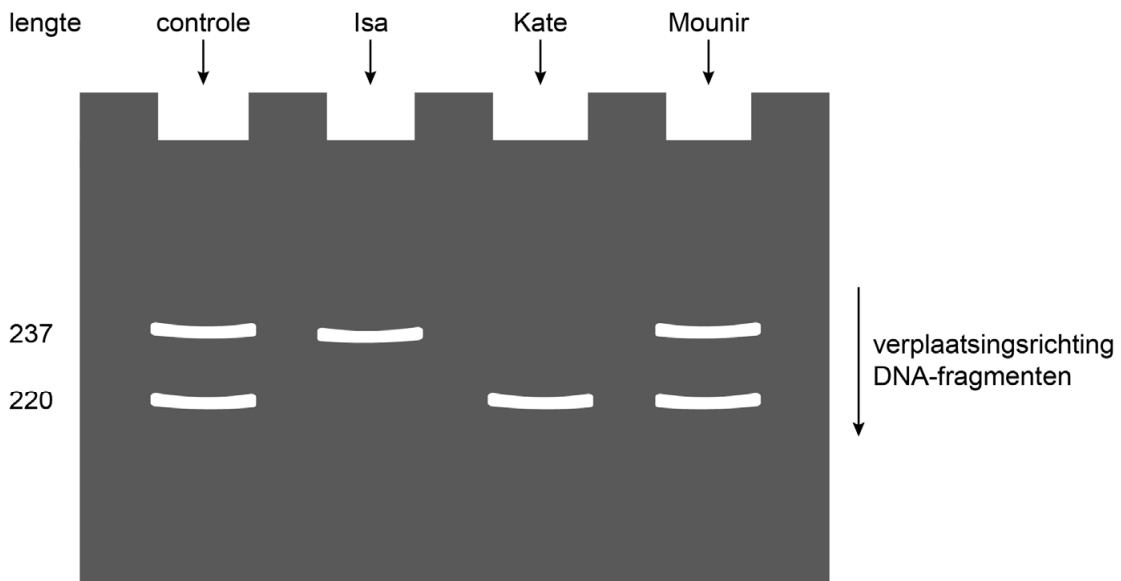
- 1 het aflezen van het DNA
- 2 het inbouwen van het eiwit in de celmembraan
- 3 het transport van het mRNA uit de kern
- 4 het vormen van de keten van aminozuren aan een ribosoom
- 5 het vouwen van de polypeptideketen

- 1p **31** In welke volgorde vinden deze processen plaats? Noteer de bijbehorende nummers in de juiste volgorde.

Bloedbanken zijn altijd op zoek naar bloeddonoren met Vel-negatief bloed, omdat er daar maar weinig van zijn. Isa, Kate en Mounir gaan naar de bloedbank om te kijken of zij zo'n bloeddonor kunnen worden. Bij ieder wordt een buisje bloed afgenomen.

In het laboratorium wordt DNA geïsoleerd uit het bloed. Het SMIM1-gen wordt uit het DNA geknipt. Het DNA-fragment met dit gen wordt vermeerderd.

De DNA-fragmenten worden met gel-elektroforese gescheiden op basis van lengte. Hierbij gaan kleinere fragmenten sneller door de gel dan grotere fragmenten. In de afbeelding staan de resultaten van de gel-elektroforese van de DNA-fragmenten van Isa, Kate en Mounir.



- 2p 32 Wie zou geschikt kunnen zijn als bloeddonor voor een Vel-negatieve persoon? En wie zou geschikt kunnen zijn als bloeddonor voor een Vel-positieve persoon?

	voor een Vel-negatieve persoon	voor een Vel-positieve persoon
A	Isa	alleen Kate
B	Isa	alleen Mounir
C	Isa	zowel Isa als Kate als Mounir
D	Kate	alleen Kate
E	Kate	alleen Mounir
F	Kate	zowel Isa als Kate als Mounir

Katten bekennen kleur

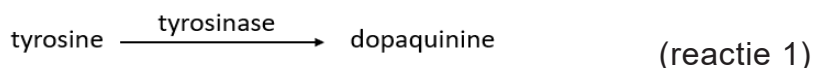
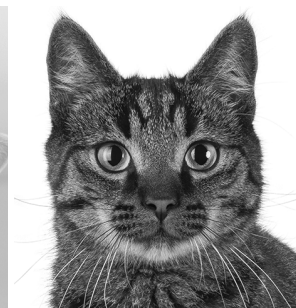
Voor kattenfokker Benno is het belangrijk om te weten hoe de verschillende kleuren en vachtpatronen bij katten erfelijk bepaald zijn.

Benno fokt albino-katten, die een witte vacht hebben (afbeelding 1). Deze katten hebben een mutatie in het gen voor tyrosinase. Dit gen ligt **niet** op een geslachtschromosoom. Donkergekleurde katten behoren tot het wildtype (afbeelding 2). Tyrosinase is nodig voor de vorming van het pigment melanine. Tyrosinase zet de stof tyrosine om in de stof dopaquinine (reactie 1).

afbeelding 1



afbeelding 2



Uit dopaquinine wordt daarna via een aantal vervolgreacties melanine gevormd.

1p 33 Wat is in reactie 1 het substraat en wat is het enzym?

Noteer je antwoord als volgt:

substraat: ...

enzym: ...

In het tyrosinase-gen van albino-katten ontbreekt op één plaats een nucleotide. Hierdoor kan er geen werkzame tyrosinase ontstaan. In de tabel zie je een gedeelte van de genetische code voor tyrosinase met de bijbehorende aminozuurvolgorde.

	nucleotidevolgorde												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
wildtype	AGG	CUC	CCC	UCC	UCU	GCU	GAU	GUG	GAA	UUU	UGC	CUA	AGU
albino	AGG	CUC	CCU	CCU	CUG	CUG	AUG	UGG	AAU	UUU	GCC	UAA	GUC
	aminozuurvolgorde												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
wildtype	R	L	P	S	S	A	D	V	E	F	C	L	S
albino	R	L	P	P	W	W	M	W	N	F	A		

1p 34 Is in de tabel de nucleotidevolgorde van DNA of van RNA weergegeven? Licht je antwoord toe.

Tyrosinase bij albino-katten is korter dan bij wildtype-katten.

1p 35 Verklaar hoe de mutatie in het tyrosinase-gen ertoe leidt dat de gevormde tyrosinase korter is.

Een kat met een niet-gemuteerd tyrosinase-allel (T) en een gemuteerd tyrosinase-allel (t) is donkergekleurd. Hieruit blijkt dat het niet-gemuteerde allel dominant is over het gemuteerde allel.

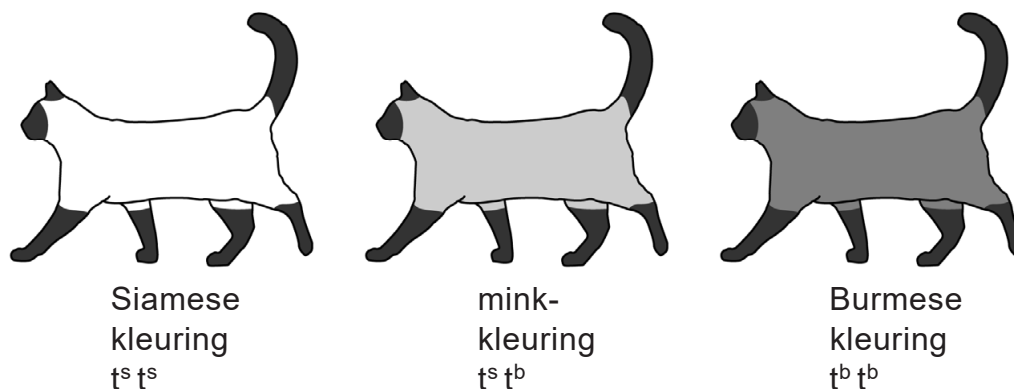
- 2p 36 Leg uit hoe bij een heterozygote kat het niet-gemuteerde allel tot uiting komt in het fenotype.

Er zijn bij katten ook nog twee andere mutaties van het tyrosinase-gen bekend: t^s en t^b . Deze allelen zijn recessief ten opzichte van het wildtype allel T. De allelen t^b en t^s coderen voor tyrosinase-enzymen die bij de lichaamstemperatuur van katten (38,5 °C) minder goed werken. Bij een lagere temperatuur werken die enzymen wel. De snuit, oren, poten en staart van katten met deze allelen zijn hierdoor donkerder van kleur.

- 1p 37 Verklaar op molecuulniveau waardoor de enzymactiviteit afneemt als de temperatuur hoger wordt dan de optimumtemperatuur.

Verschillende combinaties van allelen van het tyrosinase-gen kunnen leiden tot verschillende kleuringen. In afbeelding 3 staan verschillende kleuringen aangegeven met het bijbehorende genotype.

afbeelding 3



Hieronder staan uitspraken over de kleuringen.

- 1 De minkkleuring is een intermediair fenotype.
- 2 Tyrosinase gecodeerd door t^s is beter bestand tegen hoge temperaturen dan tyrosinase gecodeerd door t^b .
- 3 Bij een kat met Siamese kleuring hebben de huidcellen in de staart een ander genotype dan de huidcellen op de buik.

- 2p 38 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Mink-gekleurde katten zijn tegenwoordig erg populair. Benno wil daarom een kruising uitvoeren waarbij de kans op mink-gekleurde nakomelingen het grootst is.

- 1p 39 Welke katten moet hij dan kruisen? Noteer de fenotypen (afbeelding 3).

Paarden voeren zonder brokken

Koen heeft een paardenboerderij. In de wintermaanden voert hij de paarden bij met brokken krachtvoer. Hij onderzoekt of het mogelijk is om de paarden het hele jaar te voeren met gras en hooi (gedroogd gras) van zijn eigen graslanden, omdat dit duurzamer en goedkoper is.



Hooi bevat cellulose en zetmeel. De vertering en opname van deze koolhydraten verlopen bij paarden net als bij mensen. Net als mensen hebben paarden geen eigen enzymen voor de vertering van cellulose. Maar veel van de cellulose wordt verteerd door bacteriën in de blinde darm en dikke darm. De verteringsproducten worden opgenomen door de darmwand.

Hieronder staan uitspraken over vertering en opname van koolhydraten.

- 1 In de maag is de pH optimaal voor de werking van amylase.
- 2 In de dunne darm worden monosachariden opgenomen in het bloed.
- 3 Bij de afbraak van cellulose door bacteriën ontstaan organische stoffen.

- 2p 40 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Gras en hooi voor paarden mogen niet te veel fructaan bevatten. Fructaan is een koolhydraat dat is opgebouwd uit de monosachariden fructose en glucose. Wanneer paarden gras met veel fructaan eten, kunnen ze darmproblemen krijgen.

Een gedeelte van de monosachariden die overdag worden geproduceerd bij fotosynthese, wordt opgeslagen als fructaan. Als fructaan wordt omgezet, kunnen de producten worden gebruikt voor de groei van het gras. Een hoog fructaangehalte in gras kan ontstaan als de temperatuur 's nachts lager is dan 5 °C. In het gras wordt fructaan dan nauwelijks omgezet.

- 1p 41 De vorming van fructaan uit monosachariden is een voorbeeld van
A koolstofassimilatie.
B stikstofassimilatie.
C voortgezette assimilatie.
- 1p 42 Verklaar op molecuulniveau waardoor in koude nachten nauwelijks fructaan wordt omgezet.

Een paard maakt geen enzymen aan voor de vertering van fructaan. De fructaanmoleculen kunnen wel worden omgezet tot monosachariden door bacteriën in de dikke darm. Hierbij komen gassen vrij die zich ophopen en daardoor darmproblemen veroorzaken.

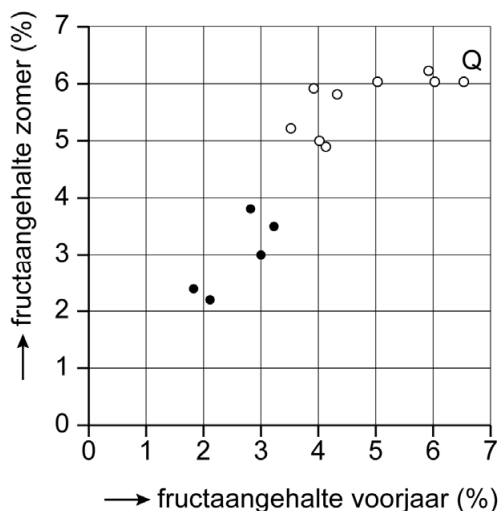
- 2p 43 Welk gas komt vrij bij de bacteriële omzetting van fructaan? En gebeurt dit onder aerobe of anaerobe omstandigheden?

	gevormd gas	omstandigheden
A	ammoniak (NH_3)	aeroob
B	ammoniak (NH_3)	anaeroob
C	methaan (CH_4)	aeroob
D	methaan (CH_4)	anaeroob

Door de vorming van monosachariden in de dikke darm kan een paard ook last krijgen van diarree (waterige ontlasting).

- 2p 44 Leg uit hoe diarree ontstaat door de vorming van monosachariden in de dikke darm.

Koen wil weten welke grassoorten hij het best kan inzaaien. Op de website van een graszadenleverancier leest hij dat grassoorten worden ingedeeld in koeiengrassen en paardengrassen.



Legenda:

- koeiengrassen
- paardengrassen

In het diagram zie je dat het fructaangehalte van grassen afhankelijk is van de grassoort en van het seizoen. Op basis van het fructaangehalte worden grassoorten ingedeeld als koeiengras of paardengras. In het diagram is één grassoort aangegeven met de letter Q.

Hieronder staan uitspraken over de gegevens in het diagram.

- 1 De grassoort die in het voorjaar het hoogste fructaangehalte heeft, heeft ook in de zomer het hoogste fructaangehalte.
- 2 Paardengrassen bevatten zowel in het voorjaar als in de zomer gemiddeld minder fructaan dan koeiengrassen.
- 3 Gedurende het groeiseizoen neemt het fructaangehalte van soort Q toe.

- 2p 45 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is op basis van het diagram.

Let op: de laatste vraag van dit examen staat op de volgende pagina.

Koen kiest een mengsel van de volgende grassen:

Nederlandse naam	Latijnse naam
Engels raaigras	<i>Lolium perenne</i>
rood zwenkgras	<i>Festuca rubra</i>
straatgras	<i>Poa annua</i>
timotheegras	<i>Phleum pratense</i>
veldbeemdgras	<i>Poa pratensis</i>

- 2p 46 Hoeveel verschillende geslachten (genera) bevat het mengsel? En hoeveel verschillende soorten?

	aantal geslachten	aantal soorten
A	4	4
B	4	5
C	5	4
D	5	5

Bronvermelding

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