

Examen VWO

2026

tijdvak 2
dinsdag 23 juni
13.30 - 16.30 uur

biologie

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Gebruik zo nodig het informatieboek Binas of ScienceData.

Dit examen bestaat uit 39 vragen.

Voor dit examen zijn maximaal 66 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 vereist is, 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.

Opwinding door kattenkruid

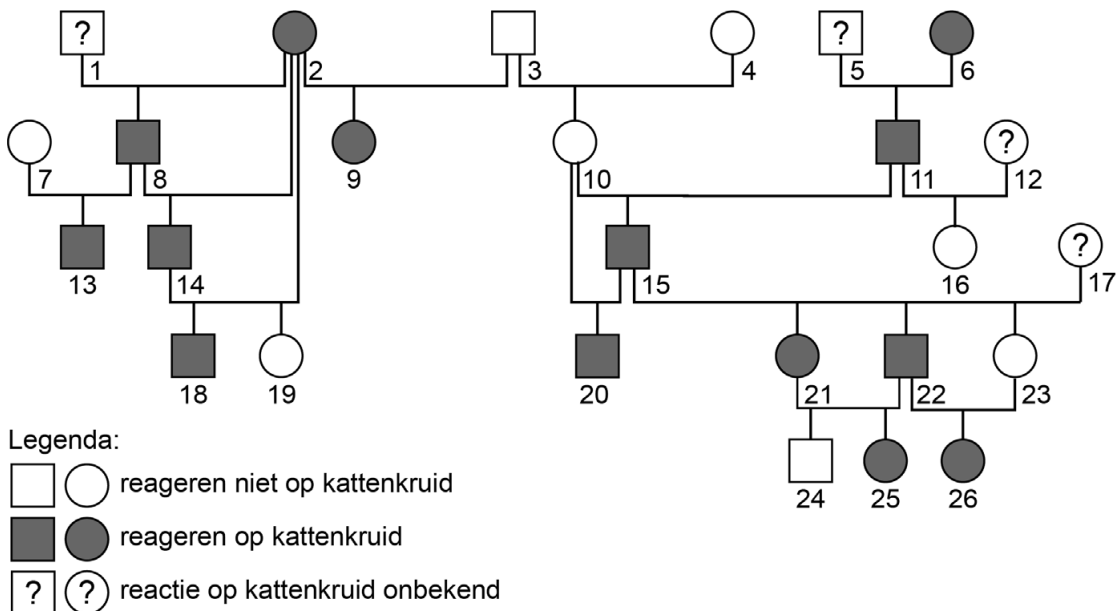
Veel katten raken opgewonden als ze kattenkruid ruiken (afbeelding 1). De geur van kattenkruid wordt veroorzaakt door stoffen (nepetalactonen) die de plant produceert als afweer tegen insecten.

afbeelding 1



Wetenschappers onderzochten de reactie op kattenkruid van katten die familie van elkaar zijn. Met de gegevens stelden ze een stamboom op (afbeelding 2). Daaruit leidden ze af dat de reactie op kattenkruid een autosomale dominante eigenschap is die wordt veroorzaakt door één gen.

afbeelding 2



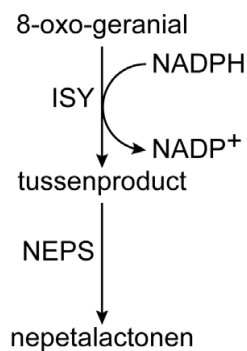
Uit afbeelding 2 is af te leiden dat het reageren op kattenkruid dominant overerft.

- 1p 1 Geef een combinatie van ouders en nakomeling waaruit dit blijkt. Noteer de nummers.

- 2p 2 Het gen voor de gevoeligheid voor kattenkruid ligt op een autosoom. Uit het fenotype van welke nakomeling (afbeelding 2) blijkt dat het gen **niet** op het X-chromosoom ligt?
- A 9
 - B 19
 - C 24
 - D 26

Voor de aanmaak van de nepetalactonen heeft kattenkruid verschillende enzymen. Afbeelding 3 geeft de laatste stappen weer van de aanmaak van nepetalactonen met de daarbij betrokken enzymen ISY en NEPS.

afbeelding 3



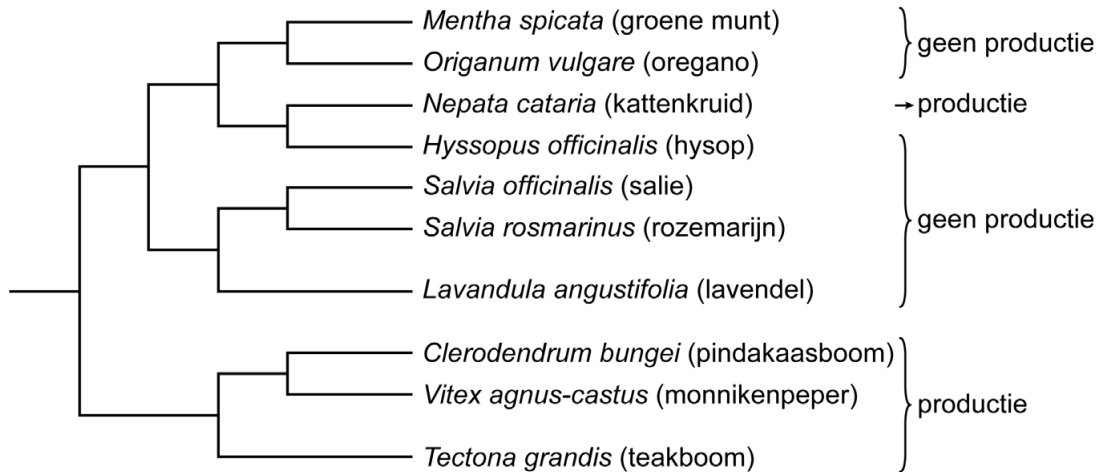
- Bij de omzetting die door ISY wordt gekatalyseerd, is NADPH de elektronendonor.
- 1p 3 Bij welk stofwisselingsproces in de plant wordt NADPH geproduceerd?
- A bij de donkerreactie
 - B bij de lichtreactie
 - C bij de citroenzuurcyclus
 - D bij de glycolyse

Kattenkruid behoort tot de lipbloemigen. Ook basilicum, munt en rozemarijn horen bij deze familie.

Bij een voorouder van kattenkruid is het ISY-gen door een deletie verloren gegaan. Hierdoor kan een deel van de lipbloemigen geen nepetalactonen aanmaken. Kattenkruid heeft de mogelijkheid om het ISY-enzym te produceren opnieuw verkregen.

Afbeelding 4 is een fylogenetische stamboom van een aantal soorten uit de lipbloemigenfamilie. Daarin is aangegeven welke soorten het ISY-enzym produceren.

afbeelding 4



In de uitwerkbijlage staat dezelfde stamboom met daarin een aantal cirkels.

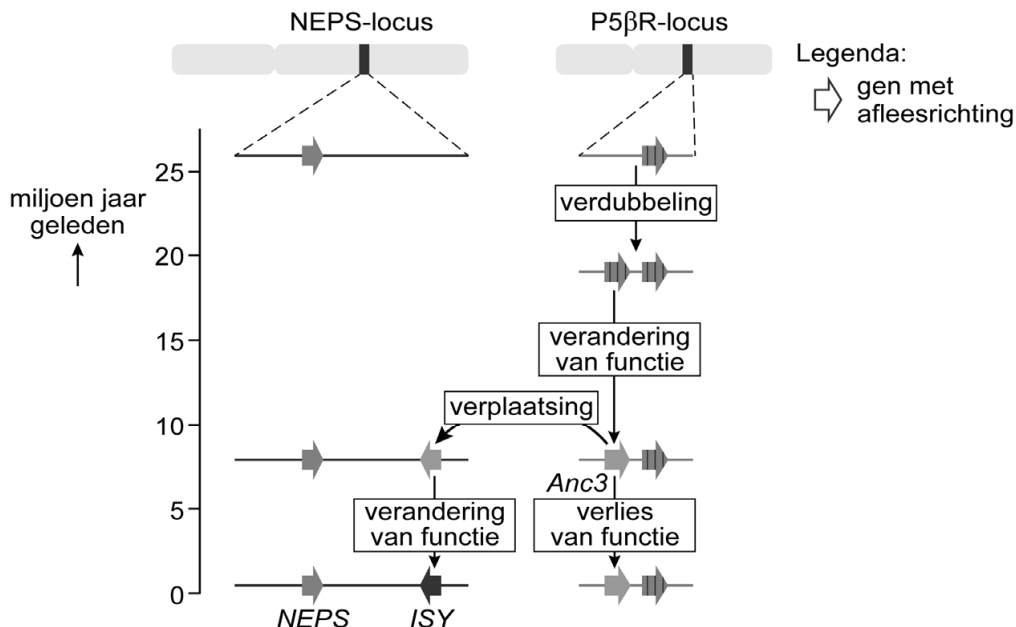
2p 4

Noteer in een cirkel

- een letter X op de plaats waar de eigenschap 'productie van ISY-enzym' verloren is gegaan;
- een letter N op de plaats of op de plaatsen waar de eigenschap opnieuw is ontstaan.

Afbeelding 5 laat zien hoe bij kattenkruid een nieuw ISY-gen is ontstaan. Hierbij waren twee loci betrokken: de P5 β R-locus en de NEPS-locus. Ongeveer 20 miljoen jaar geleden trad een verdubbeling op in de P5 β R-locus. In de 10 miljoen jaar daarna is door veranderingen in de coderende sequenties het Anc3-gen ontstaan. Het Anc3-gen werd daarna gekopieerd en verplaatst naar de NEPS-locus. Door nog enkele veranderingen in de coderende gebieden is het ISY-gen ontstaan.

afbeelding 5



Hieronder staan twee zinnen over de mutaties in afbeelding 5. Op twee plaatsen ontbreekt een woord.

De verdubbeling die rond 20 miljoen jaar geleden optrad in de P5 β R-locus is een ...(1)...

De verplaatsing die rond 8 miljoen jaar geleden optrad in de NEPS-locus is een ...(2)...

2p 5 Wat moet worden ingevuld bij 1 en bij 2?

	bij 1	bij 2
A	chromosoommutatie	insertie
B	chromosoommutatie	leesraamverschuiving
C	genoommutatie	insertie
D	genoommutatie	leesraamverschuiving

1p 6 Beredeneer dat het ISY-gen een andere promotor heeft dan het NEPS-gen.

Waterspreeuw duikt op in dierentuin

In het buitenverblijf van de olifanten in de dierentuin in Emmen is 's winters soms een waterspreeuw te zien. Dat is bijzonder, omdat de soort in Nederland nauwelijks voorkomt.

De waterspreeuw (*Cinclus cinclus*, afbeelding 1) is een kleine zwarte zangvogel met een witte borst en een bruine kop. De vogel komt van nature vooral voor rond beken met helder, snelstromend water. In Nederland is hij zeer zeldzaam. De vogel wordt het meest waargenomen in Zuid-Limburg (afbeelding 2).

afbeelding 1



afbeelding 2



Legenda:

- 1 individu waargenomen
- meer dan 1 individu waargenomen

De waterspreeuw eet voornamelijk de larven van haften, steenvliegen en schietmotten. Deze larven leven van de algen in het water. De larven worden ook gegeten door kleine visjes. De waterspreeuw eet ook kleine visjes.

- 1p 7 Is de waterspreeuw in de dierentuin in Emmen een exoot? Licht je antwoord toe.

De larven van haften, steenvliegen en schietmotten zijn indicatorsoorten voor waterkwaliteit, omdat ze gevoelig zijn voor vervuiling. De waterspreeuw is geen betrouwbare indicatorsoort in Nederland.

- 2p 8 Beargumenteer dat
- de **aanwezigheid** van de waterspreeuw **niet** altijd betekent dat de waterkwaliteit goed is;
 - de **afwezigheid** van de waterspreeuw **niet** altijd betekent dat de waterkwaliteit slecht is.

Hieronder staan uitspraken over de waterspreeuw en het beschreven voedselweb.

- 1 De waterspreeuw behoort tot de consumenten van de 1e orde.
- 2 Het snelstromende water behoort tot de habitat van de waterspreeuw.
- 3 De kans op accumulatie van persistente gifstoffen in waterspreeuwen is groter wanneer ze visjes eten, dan wanneer ze larven eten.

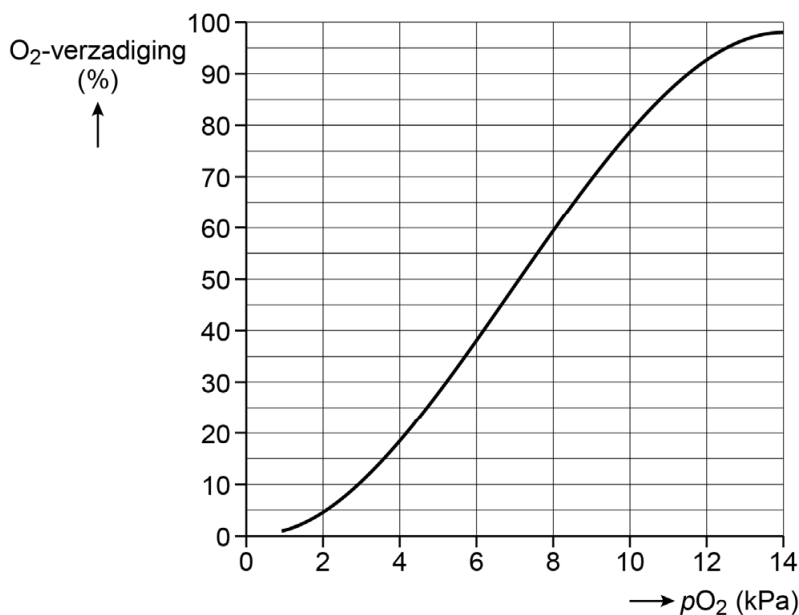
- 2p 9 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

De waterspreeuw kan bij het jagen een halve minuut onder water blijven. Dit is mogelijk doordat hij meer hemoglobine in het bloed heeft dan verwante soorten, zoals de zanglijster. Zie de tabel hieronder.

	gehalte hemoglobine (gram per 100 mL bloed)
waterspreeuw	19
zanglijster	16

Afbeelding 3 is een zuurstofverzadigingscurve. Deze geldt voor beide vogelsoorten.

afbeelding 3



De zanglijster heeft op een bepaald moment de volgende zuurstofspanning in longen en spierweefsel:

- pO_2 longen: 12 kPa
- pO_2 spierweefsel: 6 kPa

Neem aan dat het bloed van de zanglijster 20 mL zuurstof per 100 mL bloed bevat bij een zuurstofverzadiging van 100%.

- 3p 10
- Bereken hoeveel mL zuurstof er per 100 mL bloed aan het spierweefsel van de **zanglijster** wordt afgegeven.
 - Bereken hoeveel mL zuurstof er per 100 mL bloed **extra** aan het spierweefsel van de **waterspreeuw** wordt afgegeven in een vergelijkbare situatie. Rond af op één decimaal.

Wanneer de waterspreeuw onder water aan het jagen is, neemt de pCO_2 in de weefsels toe.

- 1p 11
- Noteer of de zuurstofverzadigingscurve hierdoor naar links of naar rechts verschuift, en licht toe welk gevolg dit heeft voor de zuurstofafgifte.

Als een waterspreeuw jaagt, loopt hij over de bodem en gebruikt hij zijn vleugels om vooruit te komen. Zijn staart gebruikt hij daarbij als roer.

Onder water daalt de hartslagfrequentie van de waterspreeuw. Ook trekken de spiertjes rond de slagadertjes van de huid en de poten samen. Hieronder staan uitspraken over deze regulatie.

- 1 Deze regulatie leidt ertoe dat de huid en poten kouder worden.
- 2 Deze regulatie wordt veroorzaakt door het animale zenuwstelsel.
- 3 Het samentrekken van de spiertjes rond de slagadertjes van de huid en de poten is onderdeel van een reflexboog.

2p 12 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Onder water daalt ook de stofwisseling van de waterspreeuw sterk. Hierdoor wordt de adem prikkel uitgesteld en kan de waterspreeuw langer onder water blijven.

2p 13 Leg uit hoe de lagere stofwisseling ertoe leidt dat het ademcentrum later wordt gestimuleerd.

De waterspreeuw is de enige zangvogel die onder water zwemt. Er zijn wel andere vogels die onder water kunnen zwemmen, zoals pinguïns en papegaaiduikers. Ook bij de stormvogels komen geslachten (genera) voor die dit kunnen. Deze vogels hebben – net als waterspreeuwen – eigenschappen die het mogelijk maken om onder water te zwemmen, zoals een extra dicht verenkleed. De andere geslachten stormvogels hebben deze eigenschappen niet.

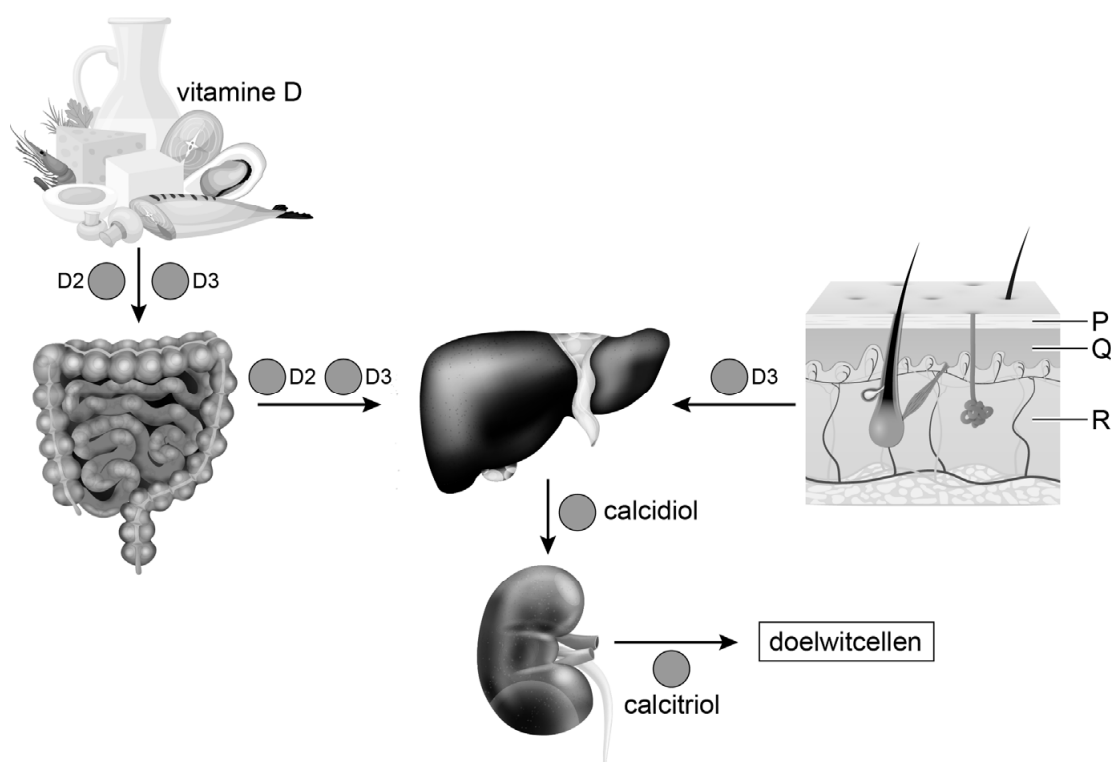
1p 14 Is het ontstaan van een extra dicht verenkleed bij waterspreeuwen en stormvogels een voorbeeld van convergente evolutie of van divergente evolutie? Licht je antwoord toe.

Vitamine D

Onderzoekers ontdekken steeds meer over de rol van vitamine D voor ons immuunsysteem. Veel mensen hebben een gebrek aan deze vitamine.

De vetoplosbare vitamines D2 en D3 zijn belangrijk voor mensen. Vitamine D2 zit in planten en schimmels, en vitamine D3 in dierlijke producten. Vitamine D3 wordt ook aangemaakt uit provitamine D3 wanneer de huid wordt blootgesteld aan ultraviolette straling. Provitamine D3 wordt gevormd uit cholesterol. In de lever worden vitamine D2 en D3 beide omgezet in calcidiol. De nieren zetten die stof vervolgens om in calcitriol. Zie afbeelding 1.

afbeelding 1



Om vitamine D3, calcidiol en calcitriol te vervoeren via het bloed, worden deze stoffen gebonden aan het plasma-eiwit DBP.

- 1p 15 Verklaar dat binding aan DBP noodzakelijk is voor het vervoer van vitamine D3 in het bloed.

In de levende cellen van de opperhuid is provitamine D3 aanwezig. Onder invloed van uv-straling wordt deze stof omgezet in vitamine D3.

- 1p 16 In welke laag van de huid (afbeelding 1) wordt het meeste vitamine D3 geproduceerd?
- A in laag P
 - B in laag Q
 - C in laag R

De vitamine D3 die wordt aangemaakt in de huid, wordt via het bloed naar de lever vervoerd.

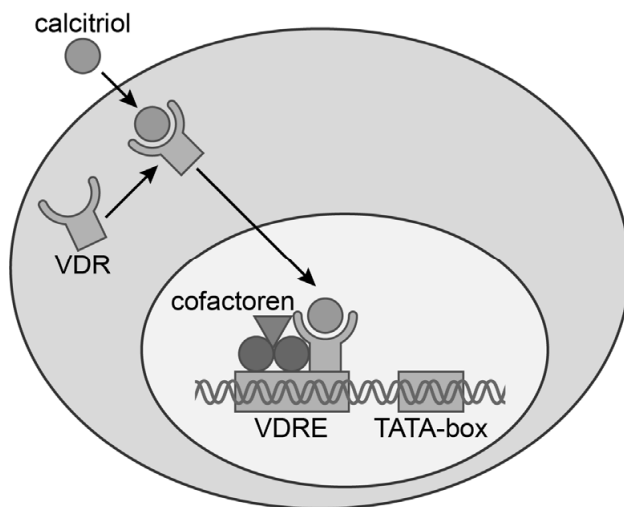
De vitamine D3 die wordt opgenomen in de darmen, wordt voornamelijk vervoerd in chylomicronen (vetbolletjes). Deze worden eerst via de lymfe en vervolgens via het bloed vervoerd naar de lever.

- 2p 17 Via welk bloedvat bereikt vitamine D3 vanuit de huid de lever via de kortste weg? En via welk bloedvat bereikt vitamine D3 in chylomicronen de lever via de kortste weg?

	<u>vanaf de huid via de</u>	<u>vanaf de darmen in chylomicronen via de</u>
A	leverslagader	leverslagader
B	leverslagader	poortader
C	poortader	leverslagader
D	poortader	poortader

Bijna alle cellen van het lichaam hebben vitamine D-receptoren. Calcitriol uit het bloed bindt aan een vitamine D-receptor (VDR) in de cel. VDR transporteert calcitriol naar de kern. Daar vormt het een complex met cofactoren. Dit complex bindt aan het vitamine D-respons-element (VDRE). Op deze manier wordt de expressie van bepaalde doelgenen gereguleerd. Zie afbeelding 2.

afbeelding 2



Hieronder staan uitspraken over het proces in afbeelding 2.

- 1 VDR is een second messenger.
- 2 VDRE is een specifieke DNA-sequentie.
- 3 Het VDR-calcitriolcomplex is een transcriptiefactor.

- 2p 18 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

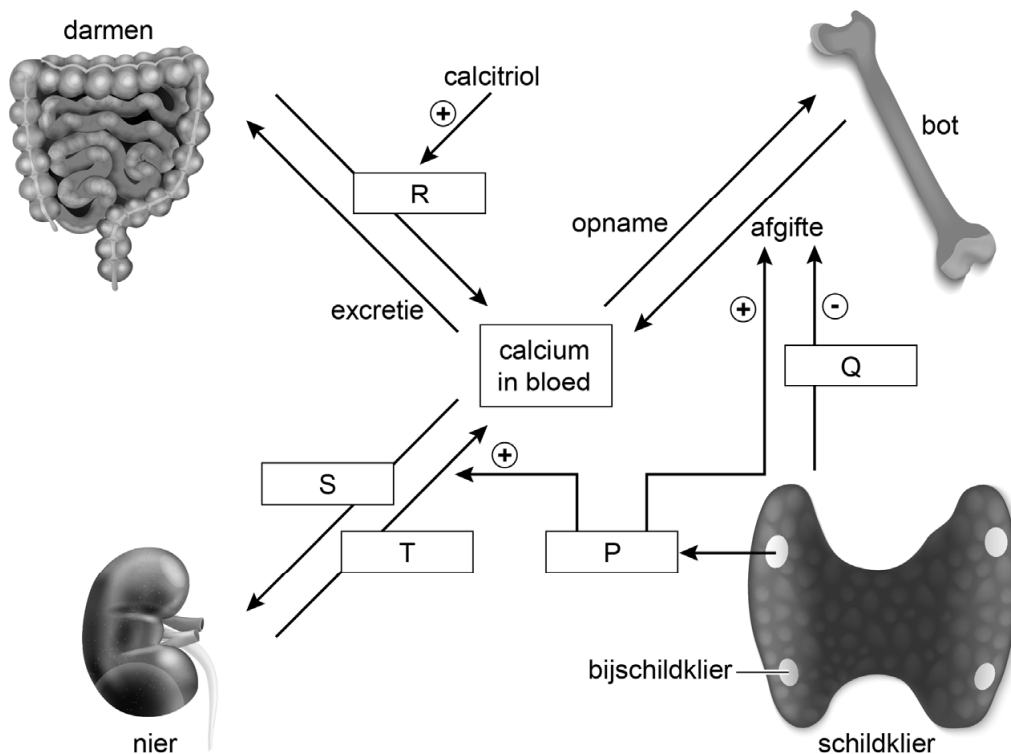
Wetenschappers proberen de effecten van vitamine D op specifieke cellen op te helderen door in het laboratorium onderzoek te doen aan celkweken. Ze doen dit door bepaalde genen in de cellen uit te schakelen, en daarna calcitriol toe te dienen aan de cellen in de kweek. De effecten worden vergeleken met de effecten van toediening van calcitriol aan cellen met intacte genen.

Hieronder staan drie genen.

- 1 het gen voor DBP
- 2 het gen voor VDR
- 3 het gen voor het enzym dat calcidiol omzet in calcitriol.

2p 19 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of uitschakeling van het bijbehorende gen **wel** of **geen** informatie zal opleveren over het effect van vitamine D op de gekweekte cellen.

Een van de functies van calcitriol is de regeling van de calciumhomeostase. Hierbij zijn meerdere hormonen en organen betrokken. Hieronder staat een schematische weergave van de calciumregulatie. Het schema is nog niet compleet.



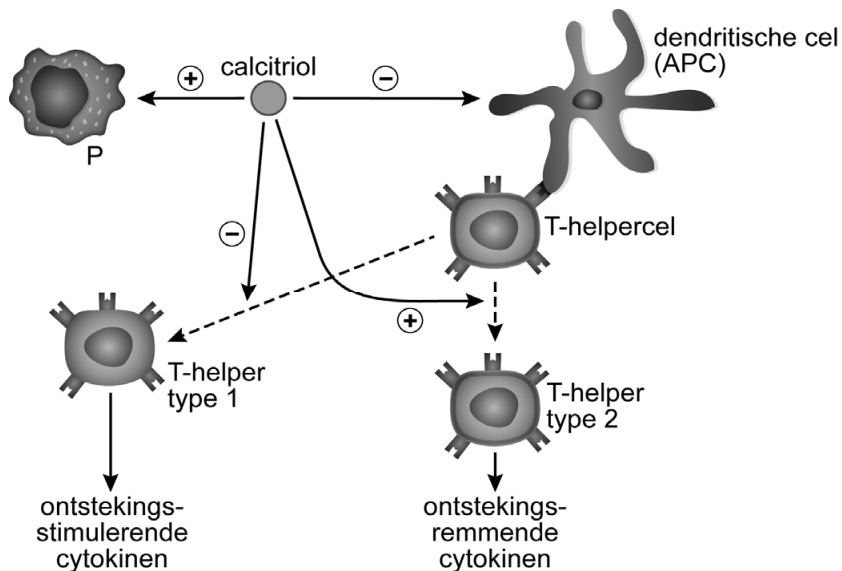
2p 20 Schrijf P, Q, R, S en T uit het schema onder elkaar en

- noteer achter P en Q de namen van de bijbehorende hormonen;
- noteer achter R, S en T de namen van de bijbehorende processen.

Kies bij de processen uit de volgende namen: filtratie; resorptie; terugresorptie (reabsorptie). Gebruik elke naam één keer.

In afbeelding 3 is te zien dat calcitriol de activiteit van bepaalde afweercellen beïnvloedt. Eén cel is aangegeven met de letter P. Ook beïnvloedt calcitriol de differentiatie van geactiveerde T-cellen. Bij voldoende calcitriol is er een goede balans tussen T-cellen die ontstekingsstimulerende cytokinen afgeven en T-cellen die ontstekingsremmende cytokinen afgeven. Zo kan het afweersysteem reageren op ziekteverwekkers, zonder dat het risico op aanvallen op eigen lichaamscellen stijgt.

afbeelding 3



Cel P behoort tot de aangeboren afweer. De dendritische cel (APC) presenteert antigenen aan een T-helpercel.

- 2p 21 Welk type cel is cel P? En welk type MHC-molecuul van de APC bindt met een T-helpercel?

	cel P	MHC van APC
A	macrofaag	MHC-I
B	macrofaag	MHC-II
C	plasmacel	MHC-I
D	plasmacel	MHC-II

- 2p 22 Beredeneer hoe een tekort aan calcitriol de afgifte van ontstekingsstimulerende cytokinen beïnvloedt. Maak gebruik van afbeelding 3.

Moleculair gereedschap tegen erfelijk oedeem

In 2022 behandelde Danny Cohn als eerste arts in Nederland een patiënt met erfelijk oedeem met crispr-cas. De patiënt kon dezelfde dag al het UMC te Amsterdam verlaten.

Hereditair angio-oedeem type 1 (HAE-1) is een zeldzame erfelijke aandoening. De aandoening veroorzaakt aanvallen van zwellingen bij stress of infectie. Deze zwellingen kunnen op allerlei plaatsen ontstaan, bijvoorbeeld in het gezicht, de handen, of de darmen. Afbeelding 1 laat zien hoe een aanval rond de mond zich ontwikkelt. Zo'n aanval duurt gemiddeld drie dagen.

afbeelding 1



Oedeem kan ook andere oorzaken hebben. Hieronder staan drie situaties.

- 1 een lage bloeddruk
- 2 een hoge colloïd-osmotische waarde van het bloed
- 3 een verstopping van de lymfevaten

2p **23** Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende situatie **wel** of **geen** oorzaak van oedeem kan zijn.

Als het darmslijmvlies is opgezwollen, ontstaan aanvallen van ernstige buikpijn. De patiënt heeft dan ook last van diarree (waterige ontlasting).

2p **24** Beredeneer aan de hand van een factor uit de wet van Fick hoe de zwelling van het darmslijmvlies leidt tot verminderde opname van water.

HAE-1 erft autosomaal dominant over.

De frequentie van het allel dat HAE-1 veroorzaakt, is in Nederland 0,000028. Ga ervan uit dat de wet van Hardy-Weinberg van toepassing is en dat Nederland 18 miljoen inwoners heeft.

2p 25 Hoeveel mensen in Nederland zullen dan HAE-1 hebben?

- A 0
- B 504
- C 1008
- D 95.247
- E 190.494

Bij HAE-1 is er een mutatie in het gen voor C1-esteraseremmer. Hierdoor is er een verminderde activiteit van C1-esteraseremmer. Deze stof is een remmer van het kininesysteem, en wordt geproduceerd door levercellen. Het kininesysteem beïnvloedt de vorming van weefselvloeistof.

In een kwart van de gevallen is er sprake van een spontane mutatie. Hieronder staan uitspraken over deze spontane mutaties.

- 1 Een puntmutatie die HAE-1 veroorzaakt, leidt tot een verandering in de primaire structuur van het eiwit.
- 2 Een mutatie in één allel is voldoende om een verminderde activiteit van C1-esteraseremmer te krijgen in de betreffende cel.
- 3 Het ontstaan van een spontane mutatie in een volledig gedifferentieerde levercel leidt bij een volwassen persoon tot HAE-1.

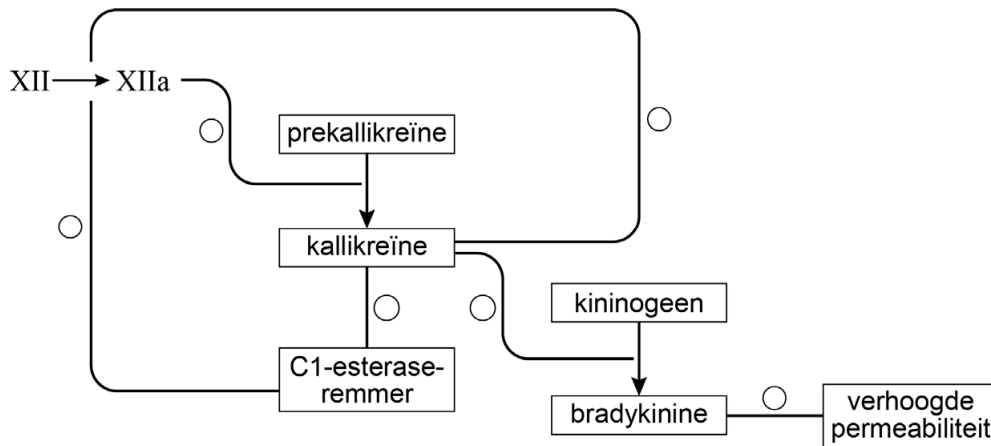
2p 26 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Bij de vorming van weefselvloeistof zijn ook de stoffen factor XII, prekallikreïne en kininogeen betrokken. In het bloedplasma vinden verschillende omzettingen plaats:

- Een prikkel, zoals stress of een infectie, activeert factor XII.
- Geactiveerde factor XII zet prekallikreïne om in kallikreïne.
- Kallikreïne knipt kininogeen waarbij het eiwit bradykinine ontstaat.
- Bradykinine bindt zich vervolgens aan bradykinine-receptoren op endotheelcellen. Hierdoor wijken deze cellen uiteen en lekt vocht vanuit het bloedvat naar het omliggende weefsel.
- Kallikreïne activeert factor XII waardoor uiteindelijk meer bradykinine wordt aangemaakt.

In gezonde mensen leidt bradykinine tot zwelling bij ontstekingsreacties. Een C1-esteraseremmer laat de zwelling weer afnemen. Deze remmer stopt de omzetting van factor XII en remt de activiteit van kallikreïne.

Hieronder is de regulatie die leidt tot de vorming van weefselvloeistof in een schema weergegeven. Het schema is niet compleet.



In de uitwerkbijlage staat hetzelfde schema.

- 2p 27 Maak dat schema compleet door
- pijlen te maken van de zes lijnen, om de richting van de invloed aan te geven;
 - in de cirkels bij deze pijlen aan te geven of het effect stimulerend (+) of remmend (–) is.

Sommige mensen maken geen prekallikreïne aan. Dit blijkt geen effect te hebben op hun gezondheid. Cohn kwam zo op het idee om patiënten met HAE-1 te behandelen door de productie van het prekallikreïne-eiwit te verhinderen. Hij ontwikkelde een speciaal stukje enkelstrengs DNA: een AON (antisense oligonucleotide). Na toediening bindt deze AON in het grondplasma van levercellen aan het mRNA voor prekallikreïne. Het DNA-mRNA-complex dat dan ontstaat, is het substraat voor een enzym dat het mRNA doorknipt. Door deze AON-therapie wordt de translatie geremd.

Hieronder staat een deel van de coderende streng van het prekallikreïne-gen waarop de AON is gebaseerd.

5' – TGTTTGCCAAGAGACTTGGCA – 3'

- 2p 28 Wat is de sequentie van de AON?
- A 5' – ACGG TTCAGAGA ACCGTTTGT – 3'
- B 5' – ACGGUUCAGAGAACCGUUUGU – 3'
- C 5' – TGCCAAGTCTCTTGGCAAACA – 3'
- D 5' – TGTTTGCCAAGAGACTTGGCA – 3'
- E 5' – UGCCAAGUCUCUUGGCAAACA – 3'
- F 5' – UGUUUGCCAAGAGACUUGGCA – 3'
- 1p 29 Bindt de AON aan een deel van een exon of aan een deel van een intron?
Licht je antwoord toe.

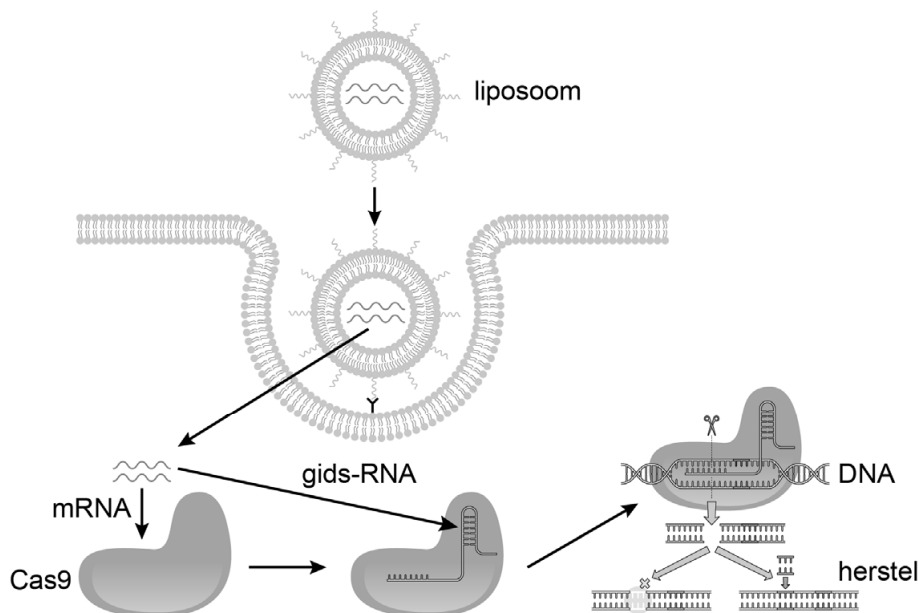
Bij AON-therapie moet de toediening van AON's regelmatig worden herhaald.

- 1p 30 Licht toe waarom de toediening herhaald moet worden.

Om HAE-1 effectiever te behandelen, ontwikkelde Cohn een therapie met behulp van de crispr-cas-techniek. De HAE-1-patiënt kreeg deze therapie door middel van een infuus in de bovenarm. De crispr-cas-techniek schakelt het gen voor prekallikreïne uit, waardoor de aanmaak van het eiwit niet meer mogelijk is.

Hieronder staat een beschrijving van de techniek. Zie ook afbeelding 2. Het infuus bevat liposomen waarvoor alleen de levercellen receptoren hebben. De liposomen bevatten een stukje mRNA dat codeert voor het Cas9-eiwit (crispr-associated nuclease) en een stukje gids-RNA. Na opname door de cel wordt met het mRNA het Cas9-eiwit gevormd. Het gids-RNA leidt het eiwit vervolgens naar een specifieke plaats op het prekallikreïne-gen. Daar knipt het Cas9-eiwit het DNA door. De cel zal proberen de breuk in het DNA te herstellen. Hierbij ontstaan vaak mutaties waardoor er geen werkend prekallikreïne meer kan worden gevormd.

afbeelding 2



1p 31 Noteer de naam van het transportproces waarmee een liposoom wordt opgenomen in de levercel.

Hieronder staan uitspraken over de beschreven AON-therapie en de beschreven crispr-cas-therapie.

- 1 De AON-therapie is een vorm van RNA-interferentie.
- 2 De crispr-cas-therapie zorgt ervoor dat de aandoening niet kan worden overgedragen aan de volgende generatie.
- 3 De crispr-cas-therapie is een vorm van recombinant-DNA-techniek.

2p 32 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

Flamingo's op Bonaire

De inwoners van Bonaire vinden vaak verdwaalde, zieke en dode flamingokuikens. Wetenschappers onderzochten of de flamingo-populatie (Caraïbische flamingo, *Phoenicopterus ruber*) op Bonaire in gevaar is.

Caraïbische flamingo's filteren onder andere kleine garnaaltjes en schelpdiertjes uit het water en de modderige bodem. Dit voedsel bevat de carotenoïden die hun veren de roze kleur geven. Flamingo's nestelen op open moddervlaktes in de buurt van de zee. Ze bouwen verhoogde nesten van modder (afbeelding 1).

afbeelding 1



afbeelding 2



Flamingo's kruipen als witte, pluizige kuikens uit het ei (afbeelding 2). Na twee jaar ontwikkelen de jongvolwassen flamingo's hun karakteristieke roze kleur.

Het verhoogde nest beschermt het ei tegen overstroming, en de vochtige modder koelt het ei af. Dat is gunstig voor de ontwikkeling van het embryo.

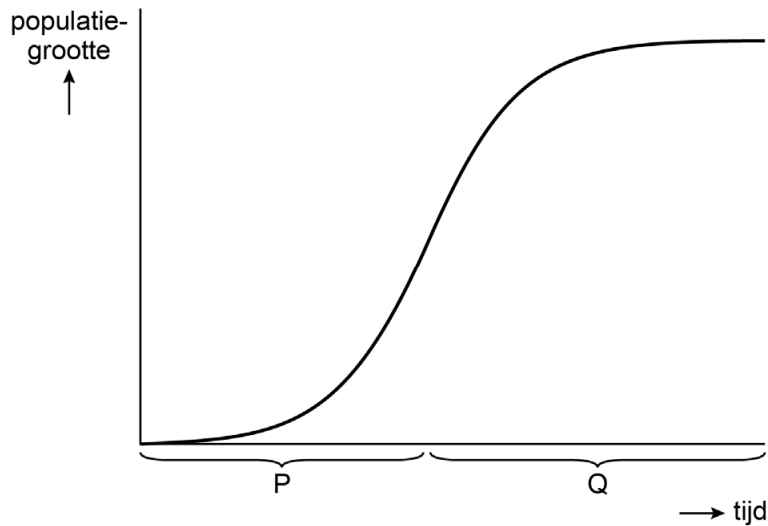
- 2p **33** Licht op molecuulniveau toe dat het belangrijk is
- dat het embryo niet te warm wordt;
 - dat het embryo niet te koud wordt.

Op Bonaire zijn ongeveer 1500 flamingo-broedparen. Experts vragen zich af of deze populatie groot genoeg is om op lange termijn te overleven.

- 1p **34** Wat gebeurt er met de kans op genetic drift als een populatie kleiner wordt?
- A Die kans blijft gelijk.
 - B Die kans neemt af.
 - C Die kans neemt toe.

De onderzoekers concludeerden dat de hoge sterfte onder flamingokuikens geen grote bedreiging vormt voor de populatie op Bonaire. Met het model berekenden ze een populatiegroeisnelheid van 1,1. Dit betekent dat de populatie elk jaar met 10 procent toeneemt. In afbeelding 4 zie je dat de groei volgens dit model de eerste jaren (periode P) onbegrensd is. Na verloop van tijd zal de groeicurve afvlakken, omdat de groei begrensd raakt (periode Q).

afbeelding 4



- 1p 38 Licht toe dat de groei in periode P exponentieel verloopt.
- 1p 39 Geef een biologische verklaring voor afvlakking van de groei in periode Q.

Bronvermelding

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