# Examen HAVO

# 2014

tijdvak 2
woensdag 18 juni
13.30 - 16.30 uur

## biologie (pilot)

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 42 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 82 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.

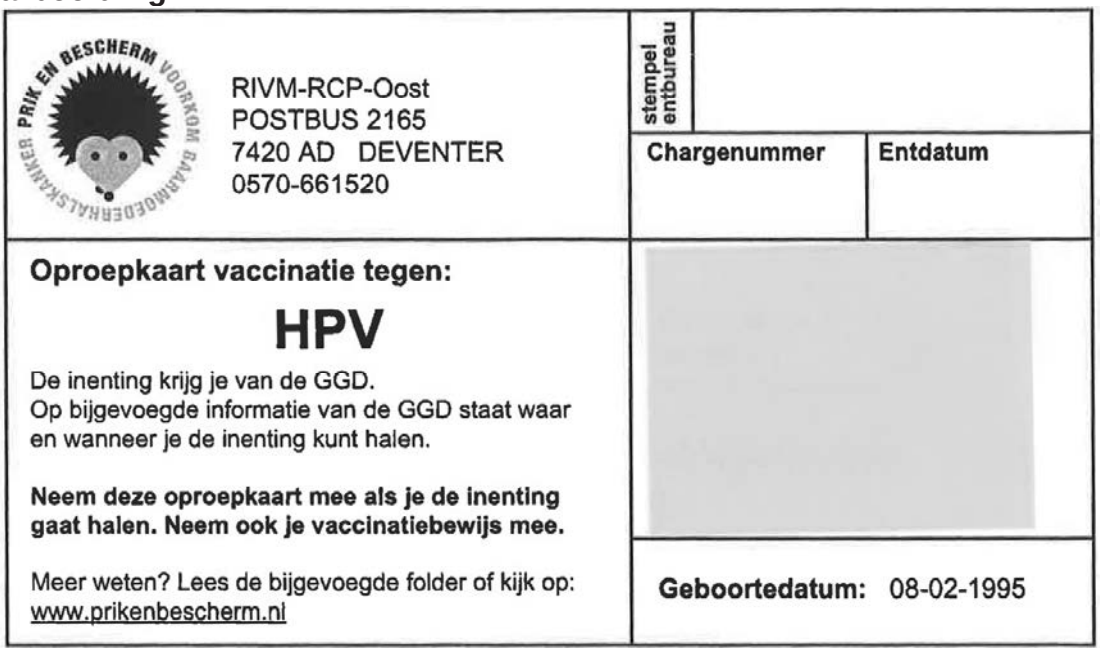
Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

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

## HPV-vaccinatie

In 2008 viel bij meisjes in de leeftijd van 12 tot en met 17 jaar de uitnodiging van het ministerie van Volksgezondheid in de bus om zich te laten inenten tegen het virus dat baarmoederhalskanker kan veroorzaken (zie afbeelding 1).

**afbeelding 1**



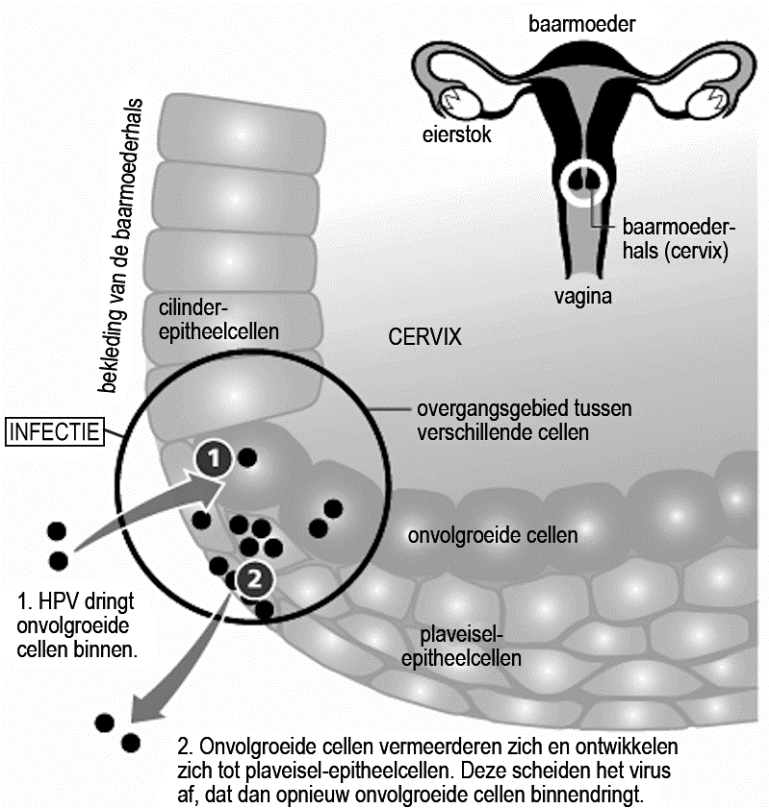

Ieder jaar wordt bij 600 vrouwen in Nederland de diagnose baarmoederhalskanker gesteld.
Jaarlijks sterven ruim 200 vrouwen aan deze vorm van kanker. Belangrijkste boosdoener is het humaan papillomavirus (HPV), dat overgebracht wordt via geslachtsgemeenschap. De Gezondheidsraad heeft berekend dat landelijke vaccinatie van 12-jarige meisjes tot een halvering van dit sterftecijfer kan leiden.

In de havoklas van Ruby wordt veel gepraat over het al dan niet meedoen met de vaccinatie. Ruby wil zich niet laten vaccineren. Ze vindt dat ze al vaak genoeg ingeënt is, bijvoorbeeld tegen de bof, mazelen, rode hond en polio.

2p **1** Waardoor biedt vaccinatie tegen een ziekte zoals mazelen, geen enkele bescherming tegen een andere infectieziekte, zoals rode hond? Gebruik in je antwoord de termen antigeen en antistof.

In meer dan 99 procent van de gevallen waarin sprake is van baarmoederhalstumoren is HPV aantoonbaar. HPV komt in verschillende varianten voor. Twee van deze varianten geven de grootste kans op baarmoederhalskanker. Het HPV-vaccin beschermt tegen deze twee varianten.
In afbeelding 2 wordt de infectie en vermeerdering van het HPV in de baarmoederhals weergegeven. Het HPV dringt onvolgroeide cellen van het epitheel binnen.

**afbeelding 2**




2p **2** Welke eigenschap hebben de onvolgroeide cellen waardoor ze zich onder invloed van HPV tot tumorcel kunnen ontwikkelen?

**A** Deze cellen hebben een ander genotype dan de volgroeide epitheelcellen.
**B** Deze cellen zijn gedifferentieerd en gespecialiseerd.
**C** Deze cellen zijn sneller bereikbaar dan de volgroeide epitheelcellen.
**D** Deze cellen zijn voortdurend aan het delen.

Op internet zoekt Ruby informatie over HPV.
“Vaak verloopt een HPV-infectie ongemerkt. De infectie wordt in de meeste gevallen door het afweersysteem ongedaan gemaakt. Soms kunnen in de baarmoederhals afwijkende cellen ontstaan. Meestal verdwijnen die afwijkende cellen weer, maar ze kunnen zich ook ontwikkelen tot baarmoederhalskanker. Het kan meer dan tien jaar duren voordat een HPV-infectie tot de ontwikkeling van kanker leidt.”

“Een infectie met HPV kan soms vanzelf weer genezen.” Ruby vraagt zich af hoe dat kan.

2p **3** Hoe kan het best verklaard worden dat er dan geen geïnfecteerde cellen meer zijn?

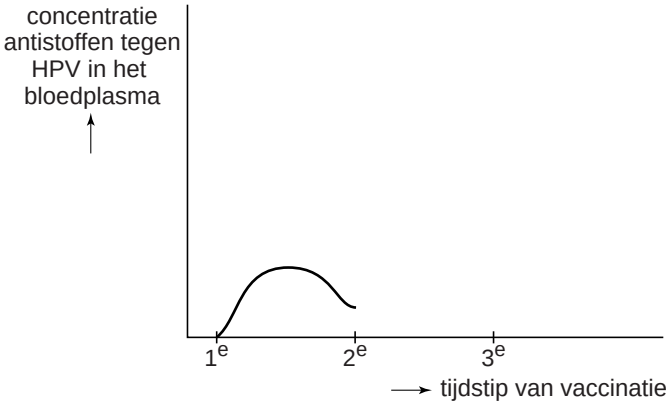
**A** De cellen die door het virus geïnfecteerd zijn, gaan door deze infectie dood.

**B** De cellen die het virus bevatten, zijn herkend door de specifieke afweer en vervolgens opgeruimd.

**C** De virussen buiten de cellen zijn allemaal door macrofagen opgeruimd.

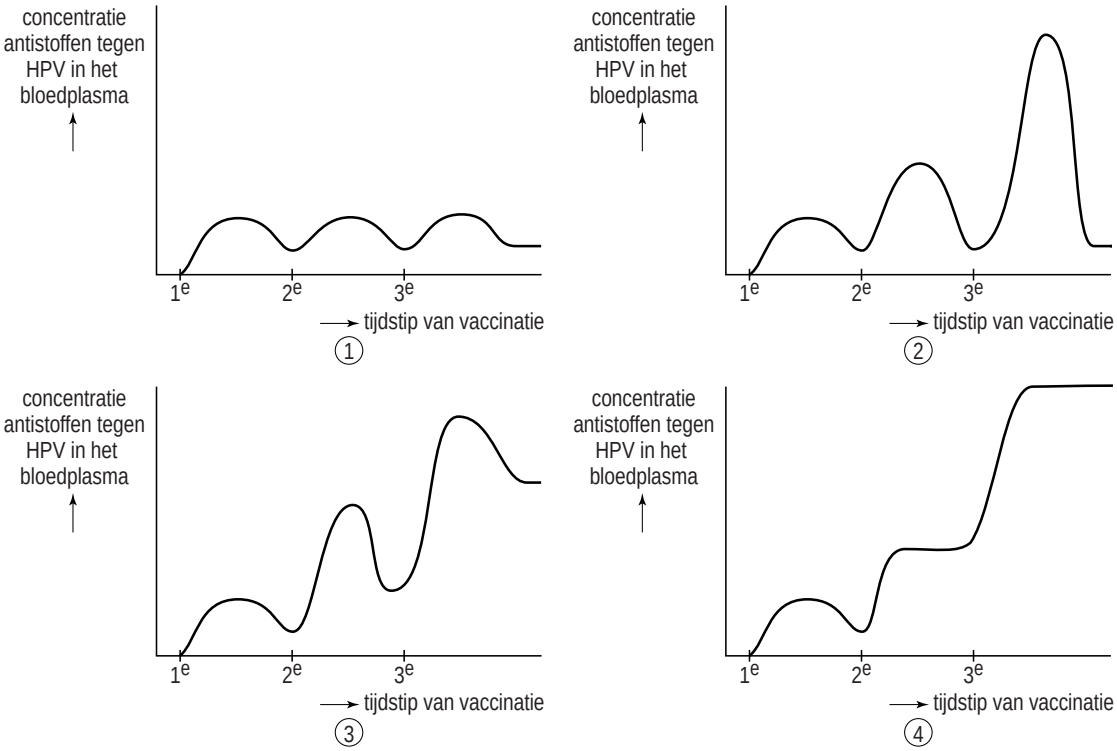
Bij het vaccinatieprogramma van 2008 werd drie maal met hetzelfde type vaccin gevaccineerd. Een herhaling na de eerste vaccinatie vond minstens 21 dagen later plaats, maar niet langer dan drie maanden na de eerste injectie. De derde volgde een half jaar na de eerste vaccinatie.
In de klas van Ruby laat de biologiedocent een grafiek zien van het verloop van de concentratie antistoffen tegen HPV in het bloedplasma, na de eerste injectie. Zie afbeelding 3.

**afbeelding 3**




De docent vraagt de leerlingen de grafiek over te nemen. Op grond van hun kennis over de vorming van antistoffen bij vaccinaties tekenen ze het verdere verloop van de concentratie antistoffen in het bloedplasma na de tweede en derde vaccinatie. In afbeelding 4 zie je vier van de getekende grafieken.

**afbeelding 4**




2p **4** Welke leerling heeft het verloop van de concentratie antistoffen in het bloedplasma juist getekend?

**A** leerling 1
**B** leerling 2
**C** leerling 3
**D** leerling 4

De Rijksoverheid roept tegenwoordig voor de HPV-vaccinatie alleen meisjes van 13 jaar op. In de klas ontstaat daarover een discussie. Ruby vindt het eerlijker om ook jongens van deze leeftijd tegen HPV te vaccineren.

1p **5** Geef een biologisch argument dat ervoor pleit om ook jongens tegen HPV te vaccineren.

## CSI in het menselijk lichaam

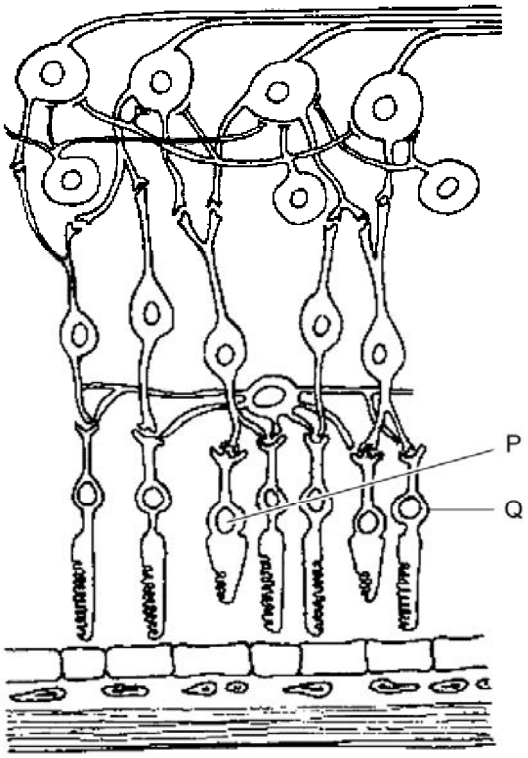
Televisieseries zoals CSI en NCIS hebben het beroep van moleculair analist op een positieve manier onder de aandacht gebracht. Door onderzoek van onder andere bloedsporen en gevonden haren wordt in elke aflevering de dader geïdentificeerd.
Het werk op laboratoria voor wetenschappelijk onderzoek is eigenlijk net zo spannend. Ook hier wordt vaak jacht gemaakt op aanranders en serial killers. Bij wijze van spreken dan, want het gaat hier niet om personen maar om genen die erfelijke aandoeningen veroorzaken, niet zelden met dodelijke afloop.

Bij deze speurtocht worden de volgende zaken onderzocht:
*Locatie van de misdaad*
Waar in het lichaam gaat er iets fout?
*Sporenonderzoek op de plek van de misdaad*
Welke cellen of celonderdelen zijn aangetast?
*Verdachten opsporen*
Welke genen kunnen de oorzaak zijn?
*Achtergrond van de dader onderzoeken*
Welke mutatie in het gen leidt tot de aandoening?

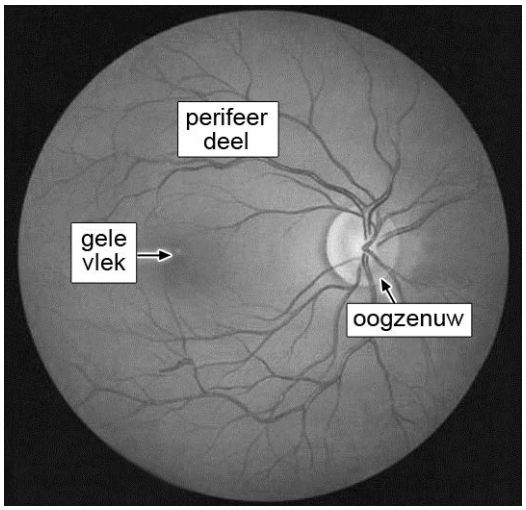
Bij het AMC in Amsterdam doet men onderzoek naar een belangrijke veroorzaker van erfelijke nachtblindheid. Mensen met nachtblindheid kunnen zeer slecht zien in het schemerduister en hebben ook overdag verminderd zicht.

*Locatie van de misdaad*
In afbeelding 1 is een schematische dwarsdoorsnede van het netvlies getekend en daarnaast is een foto van het vooraanzicht van het netvlies weergegeven.

**afbeelding 1**




1a




1b

In afbeelding 1b zijn met pijltjes de gele vlek en de oogzenuw aangegeven. Het perifeer deel is het deel buiten de gele vlek.

2p **6** Welke cellen zullen als eerste worden onderzocht en in welk deel van het netvlies kunnen die worden aangetroffen?

| | cellen | deel netvlies |
|---|---|---|
| **A** | P | gele vlek |
| **B** | P | oogzenuw |
| **C** | P | perifeer deel |
| **D** | Q | gele vlek |
| **E** | Q | oogzenuw |
| **F** | Q | perifeer deel |

*Sporenonderzoek op de plek van de misdaad*
Om erachter te komen welke genen als ‘verdachten’ aangemerkt kunnen worden, worden micro-arraychips gebruikt. Een micro-arraychip bevat kleine stukjes van een groot aantal genen uit het menselijk genoom. Hiermee wordt de activiteit van genen in cellen bepaald.

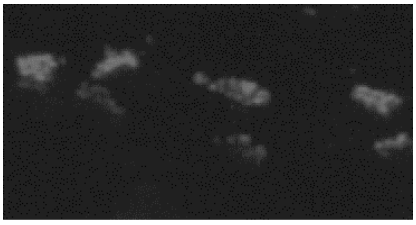
2p **7** De aanwezigheid van welk nucleïnezuur in de cel geeft informatie over de activiteit van een gen?
Welk proces wordt daarmee aangetoond?

| | molecuul | activiteit |
|---|---|---|
| **A** | DNA | differentiatie |
| **B** | DNA | genexpressie |
| **C** | RNA | differentiatie |
| **D** | RNA | genexpressie |

*Verdachten opsporen*
Uit de resultaten met het micro-array werd geconcludeerd dat het *TRPM1*-gen als ‘de verdachte’ van erfelijke nachtblindheid aangemerkt kon worden.

*Achtergrond van de dader onderzoeken*
Om erachter te komen wat dit gen precies doet, wordt met de microscoop onderzocht waar in het netvlies het eiwit te vinden is waar dit *TRPM1*-gen voor codeert. Hiervoor worden antistoffen gebruikt die aan het eiwit binden. Om aan de antistoffen te komen wordt het eiwit bij konijnen ingespoten, waarna de antistoffen uit het bloed van de konijnen geïsoleerd kunnen worden. Aan deze antistoffen wordt een lichtgevend stofje gekoppeld. Na behandeling van de microscopische preparaten met deze antistoffen lichten de gebieden in de cellen op waar het eiwit (= genproduct) zich bevindt (zie afbeelding 2). Uit het microscopisch onderzoek blijkt dat het eiwit in de celmembranen van de betrokken cellen aanwezig is.

**afbeelding 2**



Oplichtende gebieden in het microscopisch preparaat

2p **8**
– Welk type witte bloedcel produceert de antistoffen?
– Welk type witte bloedcel presenteert het antigeen aan de antistofproducerende cel?

In afbeelding 2 zie je de gebieden in het microscopisch preparaat waarin de cellen oplichten. De overige cellen in het preparaat lichten niet op.

2p **9** Waarom lichten deze cellen in het preparaat niet op?

**A** Omdat daarin geen expressie van het *TRPM1*-gen plaatsvindt.
**B** Omdat daarin het *TRPM1*-gen ontbreekt.
**C** Omdat ze geen eiwitten bevatten.
**D** Omdat ze onbereikbaar zijn voor de antistoffen.

Toen het verdachte gen was geanalyseerd werd de volgorde van de nucleotiden van het normale *TRPM1*-gen vergeleken met die van het mutantgen van personen met nachtblindheid.
Bij een van die personen bleek een puntmutatie in het DNA te leiden tot een verandering in een RNA-codon voor glycine (GGG). Bij een puntmutatie is één stikstofbase door een andere stikstofbase vervangen. Mutatie van een van de drie stikstofbasen in het DNA verandert het genproduct van *TRPM1*.

2p **10** Welke van de drie G's in het codon kan dan veranderd zijn?

**A** alleen de eerste G
**B** alleen de tweede G
**C** alleen de derde G
**D** alleen de eerste óf de tweede G
**E** alleen de tweede óf de derde G
**F** de eerste óf de tweede óf de derde G

## Brood: glutenvrij en jodiumrijk

Mensen met een glutenvrij dieet wordt door de diëtiste geadviseerd om bakkerszout met extra jodium te gebruiken als zij zelf hun brood bakken. In de jaren 60 van de vorige eeuw werden bakkers verplicht om jodiumhoudend zout toe te voegen aan het brood.
Als we te weinig jodium binnenkrijgen, kunnen allerlei klachten ontstaan zoals vermoeidheid, futloosheid en het koud hebben. Op de lange termijn zijn obstipatie, menstruatie- en vruchtbaarheidsstoornissen, spier- en gewrichtsklachten mogelijk. Jodium is een bestanddeel van het hormoon thyroxine. Bij kinderen kan jodiumtekort leiden tot groeiachterstand, verminderd leervermogen en in een enkel geval tot dwerggroei.

2p **11** Op welk levensverschijnsel heeft een jodiumtekort bij de mens het meeste effect?

**A** celstofwisseling
**B** gaswisseling
**C** reactie op prikkels
**D** spijsvertering
**E** uitscheiding

Als er lange tijd een tekort aan jodium is, zal het hormoonstelsel proberen dit tekort te compenseren.

2p **12** Op welke wijze reageert het hormoonstelsel op dit tekort?

**A** De hypofyse gaat remmende hormonen afgeven waardoor de bijnieren sterk in omvang gaan afnemen.
**B** De hypofyse gaat remmende hormonen afgeven waardoor de schildklier sterk in omvang gaat afnemen.
**C** De hypofyse gaat stimulerende hormonen afgeven waardoor de bijnieren sterk in omvang gaan toenemen.
**D** De hypofyse gaat stimulerende hormonen afgeven waardoor de schildklier sterk in omvang gaat toenemen.

Door de opkomst van de broodmachine zijn veel mensen zelf brood gaan bakken. Hierdoor kan een risico op jodiumgebrek ontstaan.
Ook veel mensen met coeliakie, een chronische ziekte waarbij de dunne darm overgevoelig is voor gluten, bakken zelf hun brood.
Gluten zijn stoffen die voorkomen in diverse granen; ze roepen bij coeliakiepatiënten een reactie van het afweersysteem op, waardoor het slijmvlies van de dunne darm wordt aangetast.
De diagnose coeliakie kan gesteld worden als een stukje weefsel van de dunne darm microscopisch wordt onderzocht. Ook kan bloed worden gecontroleerd op de aanwezigheid van specifieke antistoffen in het bloedplasma.

Bij coeliakiepatiënten die gluten met hun voedsel binnenkrijgen, verdwijnen de darmvlokken voor een belangrijk deel.

3p **13** Leg uit welke effecten dit heeft op het functioneren van de dunne darm.

Gluten wekken bij een coeliakiepatiënt de vorming van specifieke antistoffen op.

2p **14** Tot welke groep voedingsstoffen behoren gluten?

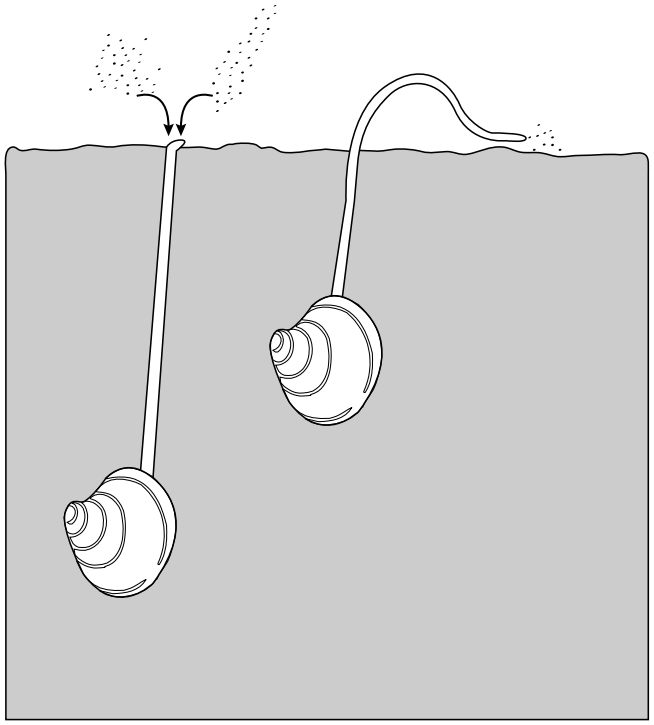
**A** eiwitten
**B** mineralen
**C** nucleotiden
**D** vitaminen

Geprepareerde voedingsmiddelen zoals pizza's, ovenschotels en andere kant-en-klaarmaaltijden bevatten een bindmiddel dat van tarwe afkomstig is. Deze voedingsmiddelen bevatten gluten. Bij een glutenarm dieet zijn daarom veel voedingsmiddelen uitgesloten.
Een havoleerling oppert bij een voedingsproject het volgende idee om de hoeveelheid gluten in voedingsmiddelen te beperken: "Met genetische modificatie bacteriën ontwikkelen die verteringsenzymen uitscheiden die gluten afbreken. Deze bacteriën worden samen met gist aan het deeg toegevoegd, zodat ze vóór het bakken hun werk kunnen doen."
Naast de eigenschap van de bacteriën dat ze de juiste verteringsenzymen produceren, moeten de bacteriën nog aan andere voorwaarden voldoen.

2p **15** Noteer twee van deze voorwaarden.

## Nonnetjes slachtoffer van klimaatverandering

De schelpen waar de Nederlandse stranden mee bezaaid liggen, zijn veelal afkomstig van nonnetjes. Nonnetjes zijn weekdieren die in de Waddenzee voorkomen. Ze leven in de zeebodem, waar ze zich een aantal centimeters in het zand ingraven. Ze leven van algen. Met hun zuigbuisje, ook wel sifon genoemd, filteren ze kleine algen uit het water (zie de afbeelding links), maar wanneer er weinig algen in het water zijn, gebruikt het schelpdier de sifon om algen van de bodem te zuigen (zie de afbeelding rechts). Dit laatste wordt grazen genoemd. Het dier bevindt zich om te grazen minder diep in de bodem en vergroot daarmee de kans om zelf opgegeten te worden. In de winter is de hoeveelheid algen vaak beperkt.



In tegenstelling tot veel andere weekdieren zijn nonnetjes goed bestand tegen vorst. Daarmee zijn ze een betrouwbare voedselbron voor de vogels die nonnetjes kunnen opsporen; kanoetstrandlopers en rosse grutto's zijn daar bijvoorbeeld meesters in. Ook scholeksters en tureluurs speuren de zandplaten in de Waddenzee af naar nonnetjes. In dieper water hebben eidereenden het op deze weekdieren voorzien.

2p **16**
- Teken een voedselweb waarin de voedselrelaties tussen de organismen uit de tekst worden aangegeven.
- Geef met pijlen de richting van de energiestroom aan.

Nonnetjes planten zich voort als de temperatuur van het water is opgelopen tot 8 à 9 ºC. Het overleven van de nonnetjeslarven is sterk afhankelijk van de hoeveelheid aanwezige algen. De toename van het aantal algen wordt bepaald door de hoeveelheid licht en hangt voornamelijk af van de daglengte. Door de opwarming van de aarde komen er vaker zachte winters voor. Klimaatverandering kan in Nederland zo leiden tot afname van de overlevingskansen voor de nonnetjes.

2p **17**
- Hoe wordt het verschijnsel genoemd dat de opwarming van de aarde veroorzaakt?
- Welke verandering in de samenstelling van de atmosfeer draagt bij aan deze klimaatverandering?

Met de gegeven informatie is te verklaren dat de opwarming van de aarde tot afname van de overlevingskansen van vooral de nonnetjeslarven leidt.

2p **18** Welke uitspraak maakt deel uit van de verklaring?

**A** De hoeveelheid algen neemt door de klimaatverandering eerder in het jaar toe.
**B** De hoeveelheid algen neemt door de klimaatverandering later in het jaar toe.
**C** De nonnetjes planten zich door de klimaatverandering eerder in het jaar voort.
**D** De nonnetjes planten zich door de klimaatverandering later in het jaar voort.

Hoewel nonnetjes zeedieren zijn, verdragen ze een zeer sterke verlaging van het zoutgehalte. In de Noordzee leven ze bij een zoutgehalte van het water van 34‰. In het IJsselmeer overleeft de soort nog bij een zoutgehalte van 2‰.
Twee uitspraken zijn:

1 Nonnetjes kunnen hun interne milieu goed regelen bij verschillende zoutgehaltes in het externe milieu.
2 Nonnetjes hebben een brede tolerantie ten aanzien van het zoutgehalte van het water.

2p **19** Welke uitspraak is of welke uitspraken zijn juist?

**A** geen van beide uitspraken
**B** alleen uitspraak 1
**C** alleen uitspraak 2
**D** beide uitspraken

De kleur van de schelpen van nonnetjes wordt door één autosomaal gen bepaald. Van dit gen bestaan vier varianten: (R) rood, (O) oranje, (G) geel en (W) wit. R is dominant over alle andere varianten, O is dominant over G en W en G is alleen nog dominant over W.

2p **20** Hoe wordt een variant van een gen genoemd?

**A** allel
**B** fenotype
**C** genotype
**D** recombinatie

Eén heterozygoot nonnetje met een rode schelp wordt gekruist met één nonnetje met een witte schelp.

2p **21** Hoeveel verschillende kleuren schelpen kunnen onder de nakomelingen van deze twee nonnetjes voorkomen?

**A** 1
**B** 2
**C** 3
**D** 4

## Uitroeien zal niet lukken

**afbeelding 1**

De giftige reuzenpad *Bufo marinus* in Australië geldt als hét voorbeeld van een exoot die een ecologische ramp werd. In 1935 werd hij door Australische suikerrietboeren in hun plantages geïntroduceerd om daar schadelijke kevers die de suikerrietplanten aantastten, op te eten. Inmiddels leven er zo'n tweehonderd miljoen exemplaren van de reuzenpad in het noordoosten van Australië en hij zal zich naar verwachting binnen tien jaar verspreiden tot aan het zuidelijke Sydney. De reuzenpad concurreert met de inheemse kikkersoorten om allerlei kleine ongewervelde dieren. Zelf is hij een dodelijk giftige prooi voor slangen, buidelmarters en zoetwater-krokodillen. Elke poging om zijn opmars tegen te houden, is tot nu toe mislukt. De Australische ranger Rick ontdekte dat een paar slangensoorten langzaam aan de nieuwe prooi aangepast raakten. De roodbuik zwarte slang en de groene boomslang, ontwikkelden in de loop der tijd een kleinere bek. Ze kunnen nu alleen nog kleine reuzenpadden eten waardoor zij minder gif per keer binnen krijgen en daar niet aan dood gaan. De roodbuik zwarte slang werd bovendien minder gevoelig voor het gif en blijkt minder gauw een reuzenpad als prooi te kiezen. Deze slang toont dus een snelle genetische aanpassing in lichaamsbouw, fysiologie én gedrag die binnen 23 generaties is voltrokken. "We hebben nog niet naar aanpassingen bij andere predatoren gezocht", vertelt ranger Rick. "Er kunnen dus meer rovers zijn die aangepast raken óf de pad met rust laten."

De reuzenpadden vormen een bedreiging voor sommige inheemse predatoren.

2p **22** Welke rol vervullen de reuzenpad en de buidelmarter, volgens bovenstaande omschrijving, in het voedselweb?

**A** Reuzenpadden zijn carnivoor en buidelmarters herbivoor.

**B** Reuzenpadden zijn consument van de eerste orde en buidelmarters consument van de tweede orde.

**C** Reuzenpadden zijn consument van de tweede orde en buidelmarters consument van de derde orde.

**D** Reuzenpadden zijn herbivoor en buidelmarters carnivoor.

Over de veranderingen van de twee slangensoorten na de introductie van de reuzenpad worden de volgende uitspraken gedaan:

1 Het gen voor de bekgrootte bij de groene boomslang is gemuteerd door het gif van de reuzenpad.
2 De afname in gevoeligheid voor het gif bij de roodbuik zwarte slang is een gevolg van natuurlijke selectie.

2p **23** Welke uitspraak is of welke uitspraken zijn juist?

**A** geen van beide uitspraken
**B** alleen uitspraak 1
**C** alleen uitspraak 2
**D** beide uitspraken

Men heeft een feromoon ontdekt dat de reuzenpadden afscheiden als ze in gevaar zijn. Daarvan raken de dikkopjes (jonge padden) gestresst; veel gaan er aan dood en de rest komt kleiner uit de metamorfose dan normaal.
Ook blijken de reuzenpadden niet alle natuurlijke vijanden te zijn kwijtgeraakt. Ze zijn gevoelig voor een parasitaire longworm. Deze bleek tot een Midden-Amerikaanse soort te behoren die door de eerste uitgezette reuzenpadden zelf was meegebracht. Hoe jonger de padden, hoe gevoeliger ze zijn voor deze parasiet.

2p **24** Welk type onderzoek was nodig om met zekerheid vast te stellen dat deze longworm behoort tot de soort die in Midden-Amerika voorkomt?

**A** ecologisch onderzoek
**B** elektronenmicroscopisch onderzoek
**C** lichtmicroscopisch onderzoek
**D** moleculair genetisch onderzoek

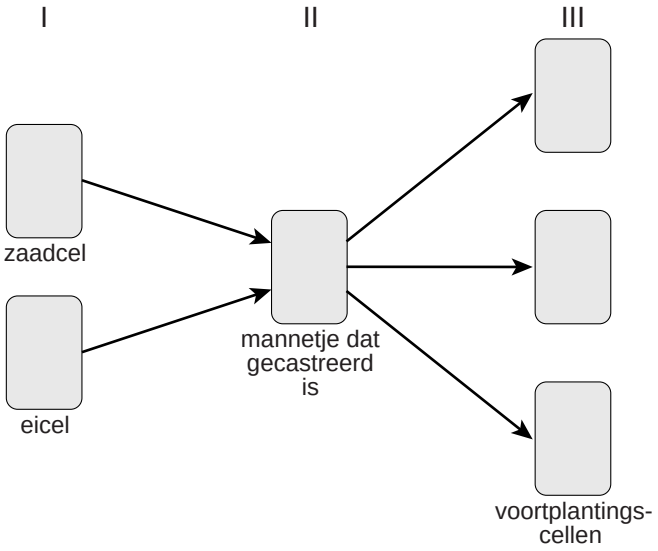
Om het ecosysteem in het noordoosten van Australië te redden, willen de rangers de padden bestrijden. Een van de strategieën daarvoor is het inzetten van een combinatie van het feromoon en de parasiet (longworm). De feromonen worden ingezet om veel jonge padjes uit te schakelen en de rest klein te houden; de parasieten om de padden te verzwakken. Beide methoden werken als selectieve, biologische bestrijding.

2p **25**
– Waarom noemt men deze bestrijdingsmethoden selectief?
– Waarom noemt men deze bestrijdingsmethoden biologisch?

Een andere strategie is het kweken van kleine, onvruchtbare, mannelijke reuzenpadden.
Anders dan bij de zoogdieren hebben bij reuzenpadden de vrouwtjes 2 ongelijke geslachtschromosomen (ZW) en de mannetjes 2 gelijke geslachtschromosomen (ZZ).

Daarnaast hebben mannetjes de eigenaardigheid dat ze behalve testes ook eierstokken hebben; deze worden alleen na castratie actief. Een gecastreerd mannetje wordt dan een vrouwtje dat eicellen gaat maken. In afbeelding 2 wordt aangegeven hoe uit een bevruchting van een eicel door een zaadcel (I) een mannetje (II) ontstaat. Dit mannetje gaat na castratie zelf voortplantingscellen (III) vormen. Na de uitwendige bevruchting van de vele eicellen worden klompjes bevruchte eicellen uit het water gehaald en enige tijd op ijs gelegd. Na de verdere ontwikkeling van de eicellen in het water blijken de nakomelingen allen mannetjes en onvruchtbaar te zijn. De onvruchtbare mannetjes paren wel.

**afbeelding 2**




3p **26** – Geef in het schema op de uitwerkbijlage aan welke geslachtschromosomen (Z en/of W) voorkomen in:
- I: de zaadcel en de eicel waaruit het gecastreerd mannetje is ontstaan
- II: het gecastreerde mannetje
- III: de voortplantingscellen van het gecastreerde mannetje.

– Leg uit dat na bevruchting van de voortplantingscellen van het gecastreerde mannetje er alleen mannetjes kunnen ontstaan.

1p **27** Vormen de nakomelingen van één gecastreerd mannetje samen een kloon? Licht je antwoord toe.

De rangers willen de gekweekte kleine, onvruchtbare mannetjes in het veld uitzetten, vlak vóór het oprukkende front van de volwassen reuzenpadden.

1p **28** Verklaar hoe het uitzetten van deze kleine, onvruchtbare padden de toename van het aantal reuzenpadden afremt.

## Een koe: meer dan een melkfabriek?

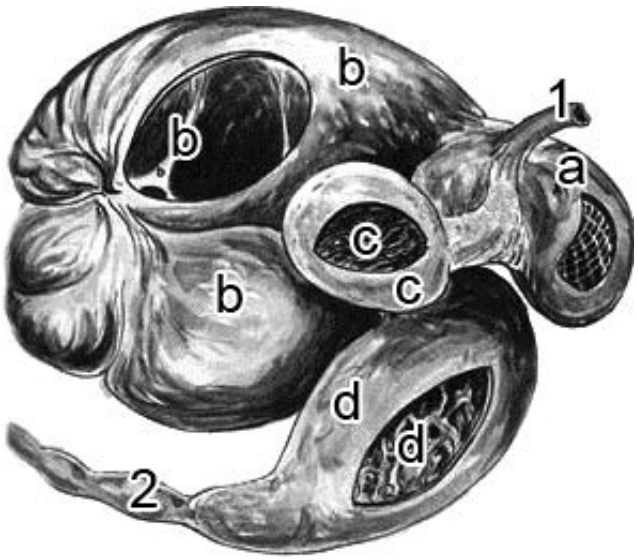
De bacteriën in het maag-darmkanaal van koeien staan steeds meer in de belangstelling van de wetenschap, bijvoorbeeld als technologisch instrument om biobrandstoffen te produceren uit reststromen van onze agrarische productie.

Bij de voedingswijze van dieren maken we onderscheid in carnivoren, omnivoren en herbivoren. Van deze laatste groep staan soorten die zich voeden met grassen en boombladeren voor de lastigste klus. Bij dieren komen in hun spijsverteringssappen geen enzymen voor die celwanden met veel cellulose en soms ook met houtstof kunnen verteren. Samenwerking met bacteriën heeft in de evolutie veel van deze biomassa voor planteneters geschikt gemaakt als voedselbron. Herkauwers zoals de koe bezitten een grote pens (zie de afbeelding) aan het begin van het maag-darmkanaal, waarin veel soorten bacteriën leven die de celwanden van grassen en boombladeren afbreken.
Tussen koe en bacteriën is sprake van mutualisme.

2p **29** Leg de rol van beide organismen in deze voedselrelatie uit.

Na het grazen zoekt een koe een rustige ligplaats. Het voedsel dat door de bacteriën gedeeltelijk is verteerd, wordt door antiperistaltische bewegingen van de slokdarm teruggebracht naar de bek en wordt met de maalkiezen nogmaals gekauwd. Een groot deel van de bacteriën wordt samen met de planten fijngemalen, daarna doorgeslikt en vervoerd naar de lebmaag (zie de afbeelding).

2p **30**
- Hoe komt een peristaltische beweging tot stand?
- Waarom wordt hier de term **anti**peristaltisch gebruikt?




1: slokdarm
2: twaalfvingerige darm
a: netmaag
b: pens
c: boekmaag
d: lebmaag

Het maagsap van de lebmaag bevat dezelfde stoffen als het maagsap van de mens. Over het effect van dit lebmaagsap op de spijsbrij worden de volgende uitspraken gedaan:

1 Door maagzuur uit het lebmaagsap worden enzymen van de bacteriën in de spijsbrij onwerkzaam gemaakt.
2 Door enzymen uit het lebmaagsap worden eiwitten in de spijsbrij verteerd.
3 Door maagzuur uit het lebmaagsap worden vrijwel alle bacteriën in de spijsbrij actief.

2p **31** Welke van deze uitspraken is of welke uitspraken zijn juist?

**A** alleen 1
**B** alleen 3
**C** alleen 1 en 2
**D** alleen 2 en 3

Bij de vertering van cellulose ontstaan uiteindelijk enkelvoudige suikers. Nadat de spijsbrij de lebmaag is gepasseerd, komt de verdere vertering overeen met de vertering bij de mens.

2p **32**
– Welke enkelvoudige suiker ontstaat bij de vertering van cellulose?
– In welk orgaan wordt deze suiker opgenomen in het bloed?

De opgenomen enkelvoudige suikers worden vervoerd door het bloed. Deze suikers worden onder andere gebruikt als bouwstof bij de vorming van lactose (melksuiker) bij een koe die gekalfd heeft en als brandstof door het ongeboren kalf van een drachtige koe.

2p **33**
– Hoe vaak passeert een suikermolecuul minimaal het hart van de koe voordat het gebruikt wordt voor de productie van een molecuul lactose in de melkklier?
– Hoe vaak passeert een suikermolecuul minimaal het hart van een drachtige koe, voordat het als energiebron dienst doet in het ongeboren kalf?

| | productie van lactose | energiebron in ongeboren kalf |
|---|---|---|
| **A** | 0 keer | 1 keer |
| **B** | 0 keer | 2 keer |
| **C** | 1 keer | 1 keer |
| **D** | 2 keer | 2 keer |

De laatste jaren staan de bacteriën uit de pens in de belangstelling vanwege hun mogelijke rol bij het winnen van biobrandstoffen uit restafval van biomassa. Bij het onderzoek naar de afbraak van cellulose in de pens van koeien kwamen onderzoekers op het idee om deze bacteriën in te zetten bij de productie van enkelvoudige suikers.
Met behulp van enzymen kunnen deze suikers daarna anaeroob worden omgezet tot biodiesel of bio-alcohol (ethanol).

2p **34** Leg uit dat anaerobe dissimilatie van biomassa door bacteriën wel biobrandstoffen oplevert en aerobe dissimilatie door bacteriën niet.

Bij experimenteel onderzoek naar de toepassing van de bacteriën uit de pens van koeien worden de omstandigheden in een kweekvat precies afgestemd op het microklimaat in de pens.

1p **35** Waardoor is het rendement van de anaerobe dissimilatie lager als de pH van het kweekvat een lagere waarde heeft dan de pH in de pens?

## Het syndroom van Alport

Het syndroom van Alport is een erfelijke nieraandoening die in 90% van de gevallen wordt veroorzaakt door een mutatie in het *COL4A5*-gen, dat op het X-chromosoom ligt. De ziekte leidt bij mannen vanaf een jaar of 20 tot nierfalen. Bij vrouwen gebeurt dit pas op latere leeftijd en vaak in veel mindere mate. De oorzaak van de ziekteverschijnselen is een afwijking in de aanmaak van een bepaald type bindweefsel dat steun geeft aan de organen. Hierdoor wordt vooral de functie van de nieren aangetast.
In het ergste geval is bij het syndroom van Alport een niertransplantatie onvermijdelijk. Om de kans op afstoting van de vreemde nier zo klein mogelijk te maken, wordt vaak gezocht naar donoren in de familie.

Het ziektebeeld bij vrouwen uit zich bijna uitsluitend als een intermediair fenotype.

1p **36** Waardoor komt deze intermediaire vorm bij mannen niet voor?

Als een arts vermoedt dat een patiënt het syndroom van Alport heeft, dan wordt de urine onderzocht op aanwezigheid van eiwit. Wordt eiwit aangetroffen, dan wijst dit op verstoring van de werking van een deel van de niereenheden.

2p **37** Van welk deel is de werking verstoord en waar in de nier bevindt zich dit deel?

| | deel met verstoorde werking | plaats in de nier |
|---|---|---|
| **A** | nierbuisje | nierbekken |
| **B** | nierbuisje | niermerg |
| **C** | nierbuisje | nierschors |
| **D** | kapsel van Bowman | nierbekken |
| **E** | kapsel van Bowman | niermerg |
| **F** | kapsel van Bowman | nierschors |

Tijdens het verloop van de ziekte functioneren de nieren steeds slechter, waardoor lichamelijke klachten toenemen.
Hieronder staan mogelijke gevolgen van de verminderde nierwerking en een aantal symptomen in een vergevorderd stadium van het syndroom van Alport.

| **Mogelijke gevolgen van verminderde nierwerking** |
|---|
| – verminderd eiwitgehalte in het bloedplasma<br>– verminderde hormoonproductie door de nieren<br>– verstoorde uitscheiding van ureum |
| **Symptomen van het syndroom van Alport** |
| – hoge bloeddruk<br>– oedeem (vochtophoping in de weefsels)<br>– bloedarmoede |

3p **38** – Welk van deze drie gevolgen van verminderde nierwerking veroorzaakt bloedarmoede?
– Leg uit hoe dit gevolg bloedarmoede veroorzaakt.

Een symptoom van het syndroom van Alport is oedeem.

2p **39** Leg uit dat een verminderd eiwitgehalte in het bloedplasma oedeem tot gevolg kan hebben.

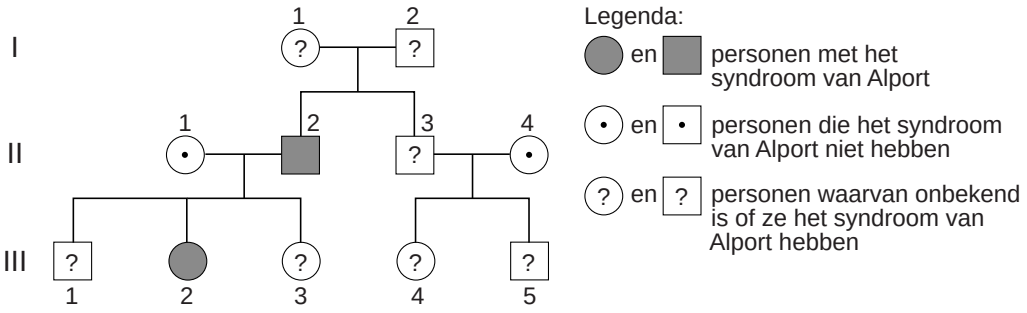
**Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.**

Vanwege de hoge bloeddruk krijgen patiënten met het syndroom van Alport een aangepast dieet.

2p **40** Welk dieet krijgen deze patiënten dan?

**A** een dieet met meer suiker
**B** een dieet met meer zout
**C** een dieet met minder suiker
**D** een dieet met minder zout

In de afbeelding is de stamboom van een familie weergegeven waarin het syndroom van Alport voorkomt. De familie bestaat uit drie generaties (I, II en III) en de leden van de familie zijn per generatie met cijfers aangeduid.




Men is op zoek naar een nierdonor voor de vader (II,2) maar men wil de kans uitsluiten dat de nierdonor ook het syndroom van Alport heeft.
Vier familieleden zijn:

– zijn zoon (III,1)
– zijn dochter (III,3)
– zijn nicht (III,4)
– zijn neef (III,5)

2p **41** Welke twee van de vier genoemde familieleden hebben het syndroom van Alport niet en komen dus in aanmerking als nierdonor voor deze vader?

2p **42** Naar welke overeenkomst wordt gezocht om te kijken of een donornier geschikt is voor transplantatie in een nierpatiënt?

**A** naar de overeenkomst tussen de antigenen van de donor en de antigenen van de patiënt
**B** naar de overeenkomst tussen de antigenen van de donor en de antistoffen van de patiënt
**C** naar de overeenkomst tussen de antistoffen van de donor en de antigenen van de patiënt
**D** naar de overeenkomst tussen de antistoffen van de donor en de antistoffen van de patiënt

**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.*