Examen VWO

2021

tijdvak 1
woensdag 19 mei
13.30 - 16.30 uur

biologie

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.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

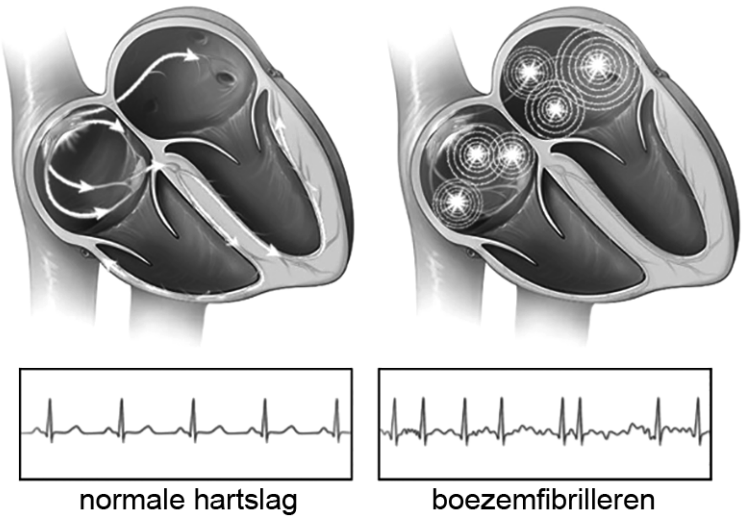
Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.

Ledlampjes voorkomen hartritmestoornis

De meest voorkomende hartritmestoornis is boezemfibrilleren. De stoornis komt veel voor bij ouderen. Onderzoeker Daniël Pijnappels werkt aan een therapie die gebruikmaakt van ledlampjes.

Hartspiercellen vormen – net als neuronen – aan elkaar gekoppelde banen die impulsen kunnen geleiden. Die impulsen veroorzaken het samentrekken van hartspiercellen. In principe kunnen hartspiercellen impulsen in twee richtingen geleiden, maar als gevolg van een refractaire periode na het optreden van een actiepotentiaal gebeurt dat niet. Zo ontstaan er regelmatige spiersamentrekkingen die zich in een bepaalde richting verplaatsen.
Bij beschadiging van hartspiercellen in een hartboezem kunnen impulsen wél de andere kant op lopen. Hierdoor ontstaan onregelmatige en ongecoördineerde samentrekkingen: het boezemfibrilleren. In afbeelding 1 is het impulsverloop bij een normale hartslag en bij boezemfibrilleren schematisch weergegeven, met daaronder de bijbehorende elektrocardiogrammen (ECG).

afbeelding 1



Bij boezemfibrilleren kunnen bloedstolsels ontstaan als gevolg van de beperkte doorstroming in het hart. Daardoor is er een verhoogd risico op een beroerte (herseninfarct).

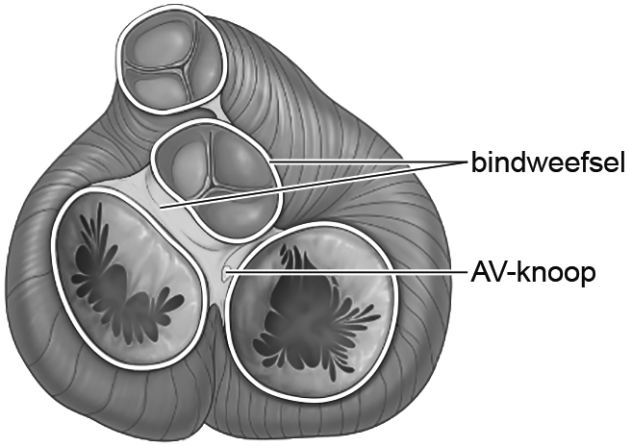
2p **1** Kan een herseninfarct veroorzaakt worden door een stolsel gevormd in de linkerboezem, in de rechterboezem of zijn beide mogelijk?

A alleen in de linkerboezem
B alleen in de rechterboezem
C beide zijn mogelijk

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

Het spierweefsel van de boezems wordt door een bindweefseltussenschot gescheiden van het spierweefsel van de kamers. Bindweefsel is een slechte geleider van elektrische impulsen.
In het bovenaanzicht van een hart waarvan de boezems niet getekend zijn (afbeelding 2), is het lichtgekleurde bindweefsel te zien.

afbeelding 2



Drie momenten in de hartcyclus zijn:
1 het einde van de hartpauze
2 het midden van de boezemsystole
3 het midden van de kamersystole

2p **2** Op welk van deze momenten komt de stand van de kleppen overeen met die in afbeelding 2?
A alleen op moment 1
B alleen op moment 2
C alleen op moment 3
D zowel op moment 1 als 2
E zowel op moment 1 als 3
F zowel op moment 2 als 3

Dankzij het bindweefseltussenschot en de AV-knoop daarin blijft de pompfunctie van de hartkamers tijdens boezemfibrilleren grotendeels behouden.

2p **3** Beschrijf hoe dankzij het bindweefseltussenschot en de AV-knoop de pompfunctie van de hartkamers tijdens boezemfibrilleren behouden blijft.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

Vaak gaat boezemfibrilleren vanzelf weer over, maar het kan ook een permanent karakter krijgen. Daarom neemt de cardioloog na de diagnose meestal maatregelen om het normale hartritme te herstellen.
Chronisch boezemfibrilleren kan behandeld worden met een externe defibrillator. Deze geeft bij fibrilleren een sterke stroomstoot om alle hartspiercellen te depolariseren, waarna de normale boezemcontractie hersteld wordt. Dat is een heftige ingreep.
In het Leids Universitair Medisch Centrum is 'optogenetica' ingezet om een schokvrije inwendige defibrillator te ontwikkelen. Optogenetica maakt gebruik van een lichtgevoelig eiwit uit groenalgen. Het eiwit is een ionkanaal dat geopend wordt bij blootstelling aan blauw licht. In transgene hartspiercellen met dit lichtgevoelige eiwit, kunnen door een lichtflits impulsen opgewekt worden.

De onderzoeksgroep van Daniël Pijnappels gebruikte een virus om een gen uit de algen over te brengen in gekweekte hartspiercellen om ze lichtgevoelig te maken.
Bij gebruik van een virus als vector komt het transgen op een willekeurige plaats in het DNA van de hartspiercel terecht.

1p **4** Beschrijf op moleculair niveau een mogelijk nadelig gevolg hiervan voor deze cel.

Met behulp van ledlampjes kunnen de onderzoekers de transgene hartspiercellen regelmatig laten samentrekken (pacemakerfunctie) of alle samentrekkingen in één keer laten stoppen (defibrillatorfunctie). In de toekomst kunnen bij patiënten met hartritmestoornissen de hartspiercellen misschien lichtgevoelig worden gemaakt. Het hartritme kan dan worden beïnvloed met behulp van kleine ledlampjes rondom het hart die lichtflitsen afgeven.

Wanneer de ledlampjes worden gebruikt als inwendige pacemaker, blijft het hart in het juiste ritme kloppen. Meestal is een pacemaker nodig als het hartritme te langzaam is.
Om ervoor te zorgen dat de ledlampjes op het juiste moment een lichtflits afgeven, moeten ze verbonden zijn aan sensoren.
Enkele sensoren zijn:
1 bewegingssensor
2 lichtsensor
3 spanningssensor

1p **5** Welke twee van deze sensoren zouden geschikt zijn om de inwendige pacemaker aan te sturen?

A 1 en 2
B 1 en 3
C 2 en 3

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

Twee variabelen voor de ledlampjes rondom het hart, met de te gebruiken instellingen zijn:
1 de duur van de lichtflits: relatief **kort** of **lang**
2 het te belichten gebied: relatief **klein** of **groot**

1p **6** Neem de volgende tabel over op je antwoordblad:

	als defibrillator	als pacemaker
1 (duur lichtflits)		
2 (te belichten gebied)		

Vul de tabel in voor variabele 1 en 2: welke instelling maakt de ledlampjes geschikt voor de defibrillatorfunctie en welke instelling maakt ze geschikt voor de pacemakerfunctie? Kies elk vetgedrukt woord een keer.

Een vismigratierivier

Tijdens de grote onderhoudsbeurt die voor de Afsluitdijk gepland is, wordt de migratieroute voor trekvissen hersteld.

Het huidige IJsselmeer (afbeelding 1) was vroeger een estuarium: een brede riviermonding die uitliep in de Zuiderzee. Estuaria zijn over het algemeen relatief warme en rijke ecosystemen en voor veel vissoorten een belangrijk deel van de trekroute tussen zout water en zoet water. Door de aanleg van de Afsluitdijk werd deze route voor trekvissen geblokkeerd en veranderde de zoute Zuiderzee in het zoete IJsselmeer.
Voor veel vissoorten is een estuarium een aantrekkelijke plaats om eitjes af te zetten, omdat de uitgekomen vislarven er snel en veilig kunnen opgroeien. In het relatief warme IJsselmeerwater groeien vislarven sneller dan in de Waddenzee.

afbeelding 1

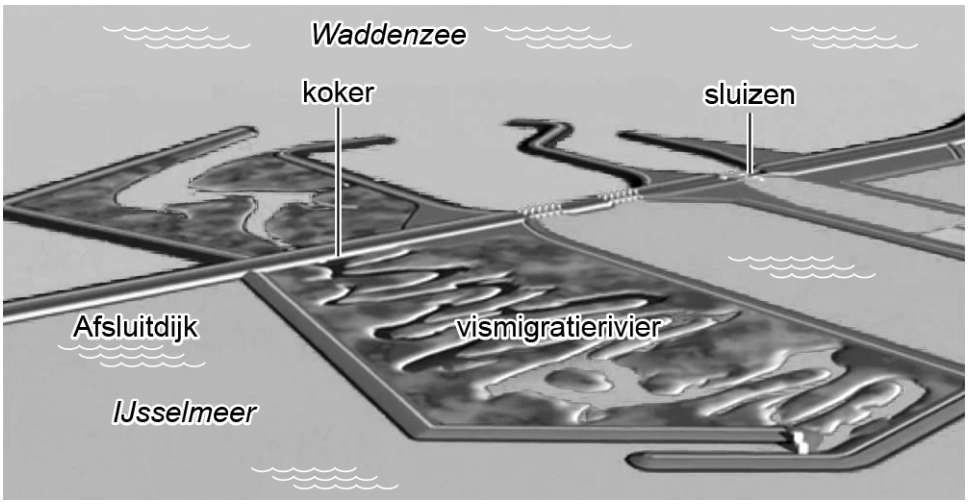
De groeisnelheid van vislarven in het relatief warme IJsselmeerwater beïnvloedt de overlevingskans van deze individuen.

1p **7** Verklaar hoe de snelle groei van vislarven kan leiden tot verhoging van hun overlevingskans.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

Een koker dwars door de Afsluitdijk, met aansluitend een kilometerslange brakwaterrivier, maakt het IJsselmeer weer bereikbaar voor veel vissoorten. Afbeelding 2 geeft een impressie hiervan.

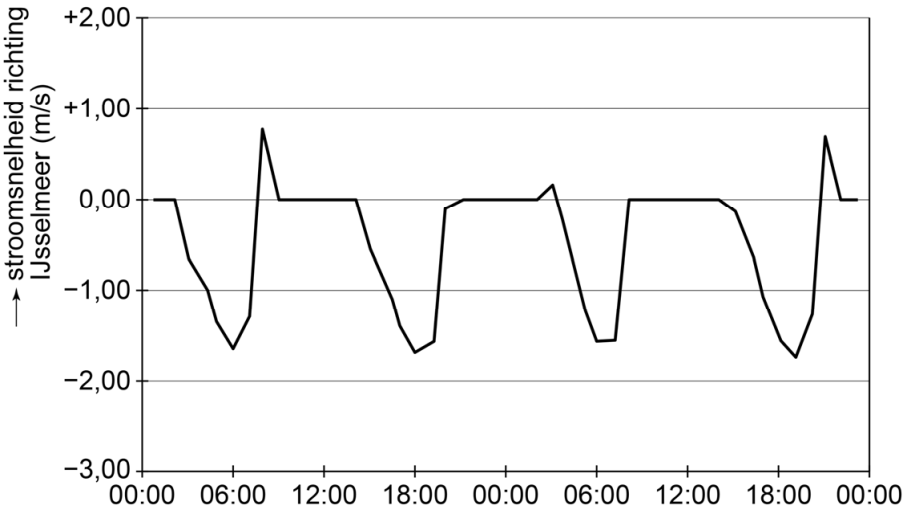
afbeelding 2



Bij eb stroomt zoet water uit het IJsselmeer door deze vismigratierivier richting Waddenzee. Bepaalde trekvissen zullen dan, aangelokt door het zoete water, tegen de stroom in naar binnen zwemmen. Dat lukt alleen de sterke zwemmers, zoals de zalm. Bij vloed stroomt zout zeewater de vismigratierivier in en dan pas kunnen ook zwakke zwemmers, zoals jonge palingen (glasaaltjes), het IJsselmeer bereiken.
De koker van de vismigratierivier wordt afgesloten zodra de zoutbelasting van het IJsselmeer te groot wordt.

Ecologen gebruikten een computermodel om de omstandigheden in het sterkst stromende deel van de geplande vismigratierivier te simuleren. Afbeelding 3 toont het resultaat hiervan voor een periode van 48 uur.

afbeelding 3



Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

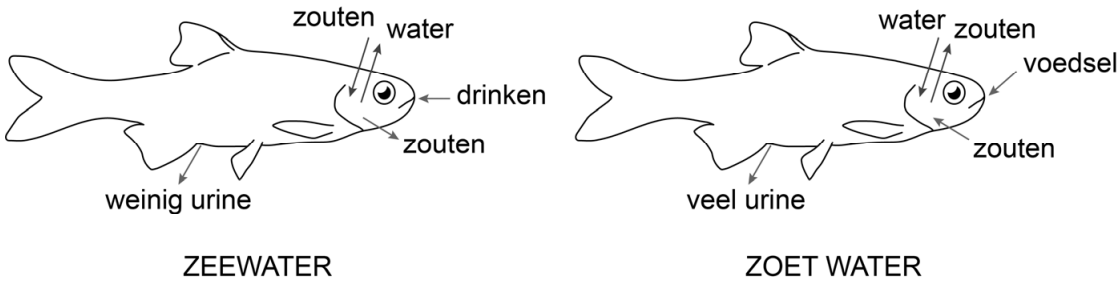
Een zwakke zwemmer, zoals een glasaaltje, moet soms wachten voor hij door de stroom meegevoerd wordt in de richting van het IJsselmeer.

2p **8** Hoelang moet dit visje volgens het computermodel in het ongunstigste geval wachten?

A ongeveer 2 uur
B ongeveer 6 uur
C ongeveer 12 uur
D ongeveer 18 uur

Trekvissen handhaven een osmotische waarde van het inwendige milieu die lager is dan die van zeewater.
In zeewater moeten ze waterverlies voorkomen en passieve zoutopname compenseren. Dit doen ze door de in het darmkanaal geabsorbeerde zouten via de kieuwen en nieren uit te scheiden (afbeelding 4, linker tekening).
Een verblijf in zoet water veroorzaakt wateropname en verlies van zouten. Om dit tegen te gaan nemen trekvissen actief zouten op via de kieuwen en produceren ze meer urine (afbeelding 4, rechter tekening).

afbeelding 4



ZEEWATER ZOET WATER

Bij trekvissen ontbreekt de lis van Henle in de niereenheden.

2p **9** Wat kunnen deze vissen hierdoor **niet**?

A de pH in het inwendig milieu handhaven door H^+ uit te scheiden
B de pH in het inwendig milieu handhaven door HCO_3^- te resorberen
C urine produceren die sterk hypertoon is ten opzichte van het inwendig milieu
D urine produceren die sterk hypotoon is ten opzichte van het inwendig milieu

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

Echte zoetwatervissen zijn aangepast aan het leven in zoet water. Om te kunnen overleven in zoet water zijn de nieren van echte zoetwatervissen anders gebouwd dan die van echte zoutwatervissen: er is een verschil in het aantal glomeruli en in de permeabiliteit van de wand van de verzamelbuisjes.

2p **10** Zal een echte zoetwatervis relatief meer of minder glomeruli hebben dan een echte zoutwatervis? En zal de permeabiliteit voor water van de verzamelbuisjes bij zo'n zoetwatervis groter of kleiner zijn dan bij zo'n zoutwatervis?

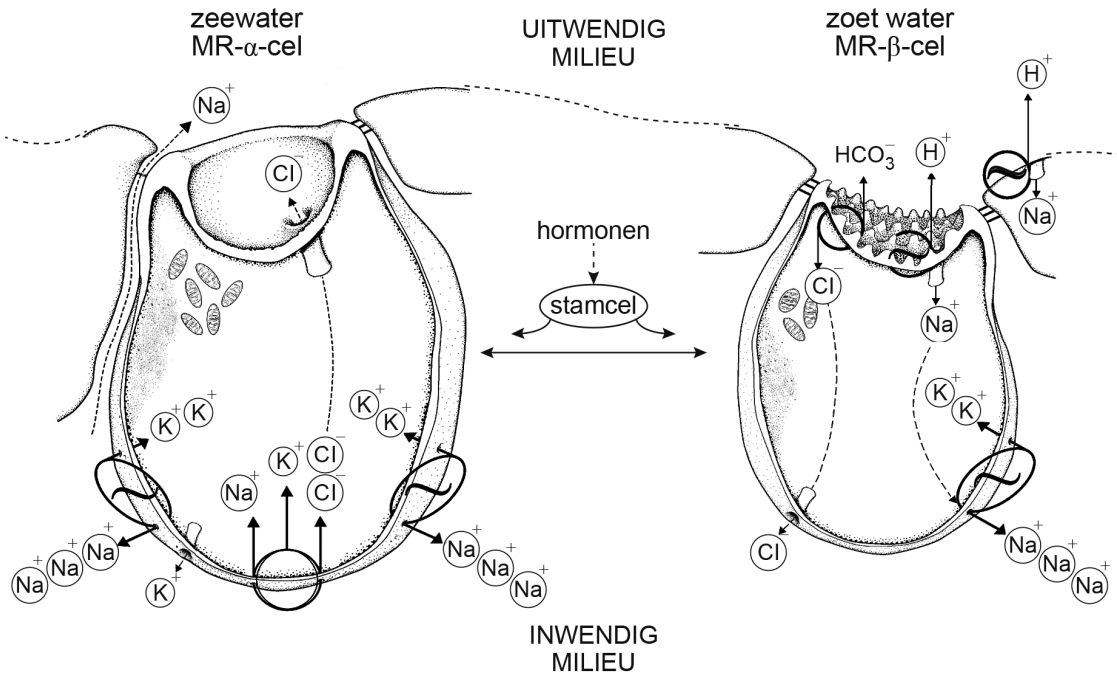
	glomeruli zoetwatervis	permeabiliteit verzamelbuisjes zoetwatervis
A	meer	groter
B	meer	kleiner
C	minder	groter
D	minder	kleiner

Bij vissen zijn de kieuwen de belangrijkste organen voor osmoregulatie. Tussen de kieuwepitheelcellen bevinden zich bepaalde mitochondriën-rijke cellen (MR-cellen). Er zijn twee typen MR-cellen:

1 MR-α-cellen die zoutuitscheiding in zeewater bevorderen
2 MR-β-cellen die zoutopname in zoet water bevorderen

Deling vanuit stamcellen en de daaropvolgende differentiatie tot het ene of tot het andere type MR-cel gebeurt onder invloed van hormonen.
Bij trekvissen kunnen MR-cellen van het ene type overgaan in het andere.
Het ionentransport in MR-cellen type α en type β in de kieuwen van trekvissen is weergegeven in afbeelding 5.

afbeelding 5



Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

Bij trekvissen in zeewater zijn de MR-α-cellen actief. Door deze cellen worden chloride-ionen uit het inwendig milieu uitgescheiden via chloridekanaaltjes (afbeelding 5). Voor dit transport is indirect energie nodig.

3p **11**
- Leg uit met behulp van bovenstaande informatie dat het transport van Cl^--ionen via de MR-α-cel op zich **geen** energie kost,
- maar dat er **indirect wel** energie voor nodig is.

1p **12** Verklaar de aanwezigheid van de vele mitochondriën aan de hand van de functie van de MR-cellen.

Het oppervlak van de MR-β-cellen heeft aan de waterzijde microvilli.

2p **13** Leg uit hoe de aanwezigheid van microvilli de functie van de MR-β-cellen ondersteunt.

Het water in de vismigratierivier is brak door het binnendringende zeewater. In het kilometerslange traject hebben binnentrekkende vissen de gelegenheid om te wennen (acclimatiseren) aan het steeds zoeter wordende water.

2p **14** Verklaar aan de hand van de gegeven informatie
- hoe op moleculair niveau kleine kortdurende schommelingen in zoutconcentratie direct opgevangen kunnen worden door trekvissen, en
- dat een grote, langdurige verandering in zoutconcentratie een langere acclimatisatie vergt.

Niet iedereen kan zich vinden in het idee van de vismigratierivier.
Een voormalige visser reageert: “Vismigreren? Als je in Den Oever tijdens doodtij de sluisdeuren aan de kant van de Waddenzee op een kiertje opende, zwom de sluis vol met glasaal en andere vis, zij roken het zoet. Als daarna de sluisdeuren aan de IJsselmeerzijde opengingen zwom die vis zo het IJsselmeer in”.
Doodtij, wanneer de eb- en vloedbeweging minimaal is, treedt slechts twee keer per maand op. De vismigratierivier kan in principe elke dag door vissen als migratieroute gebruikt worden.

1p **15** Geef nog een verklaring waardoor meer vissen zullen trekken via de migratierivier dan via de sluizen.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

Yoghurt zonder klonten

Zuivelbedrijven die yoghurt bereiden, krijgen soms een opbrengst van waterige melk met klonten, veroorzaakt door bacteriofagen in de yoghurtcultuur. Dankzij CRISPR-Cas kan dit voorkomen worden.

Yoghurt wordt gemaakt door melk te enten met de melkzuurbacteriën *Streptococcus thermophilus* en *Lactobacillus bulgaricus*. Deze bacteriën zetten melkeiwitten om en verbruiken lactose (melksuiker) uit de melk voor hun energievoorziening. Hierdoor verzuurt de melk snel en krijgt die een andere smaak, structuur en voedingswaarde: het wordt yoghurt. Doordat yoghurt veel minder lactose bevat dan melk is het een geschikt zuivelproduct voor mensen met lactose-intolerantie.
Na het eten van yoghurt hebben de yoghurtbacteriën die levend de darm bereiken een gunstig effect op de darmflora, de stoelgang en het immuunsysteem van de darm.

De twee bacteriesoorten zijn samen efficiënter in het veranderen van de melk in yoghurt dan ieder apart. Zo produceert *L. bulgaricus* voornamelijk endopeptidasen, enzymen die peptidebindingen binnen een peptideketen verbreken, en produceert *S. thermophilus* voornamelijk exopeptidasen, enzymen die peptide-bindingen aan de uiteinden van een peptideketen verbreken.
De enzymactiviteit van *S. thermophilus* is hoger als deze bacterie samen met *L. bulgaricus* aan melk wordt toegevoegd dan als alleen *S. thermophilus* wordt toegevoegd.

1p **16** Verklaar deze hogere enzymactiviteit van *S. thermophilus* op moleculair niveau.

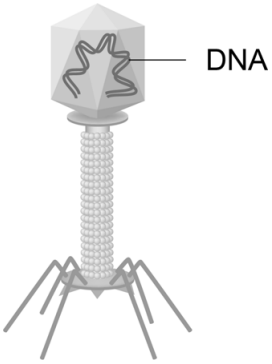
Dankzij de activiteit van de melkzuurbacteriën zijn voedingsstoffen uit yoghurt sneller op te nemen dan uit melk, ook voor mensen die geen lactose-intolerantie hebben.

1p **17** Geef hiervoor een verklaring.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

Als de melkzuurbacteriën geïnfecteerd worden door virussen kan de yoghurt mislukken. Zo'n type virus wordt bacteriofaag, of kortweg faag genoemd (afbeelding 1).
In afbeelding 2 is een bacterie weergegeven met daarop vele fagen.

afbeelding 1



afbeelding 2

De fagen vermeerderen zich door enzymen te gebruiken van de bacteriën die ze hebben geïnfecteerd.

2p **18** Welk type polymerase van de bacterie wordt gebruikt voor de vermeerdering van deze fagen?

A alleen DNA-polymerase
B alleen RNA-polymerase
C zowel DNA-polymerase als RNA-polymerase

Bacteriën kunnen zich verdedigen tegen fagen met behulp van restrictie-enzymen die de vermeerdering van de fagen remmen. Restrictie bij bacteriën is te vergelijken met immunologische afweer bij de mens. Bij beide processen vindt herkenning van een moleculaire structuur plaats.

2p **19** Welk type molecuul wordt herkend bij restrictie? En welk type molecuul wordt doorgaans herkend bij een immunologische reactie bij de mens?

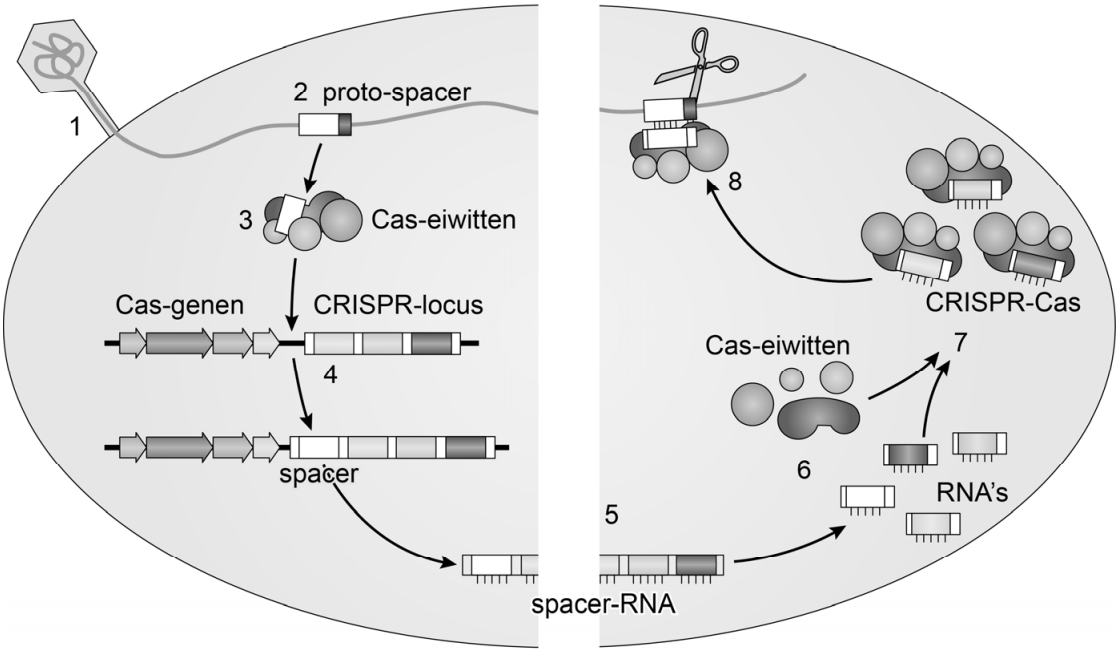
	herkend bij restrictie	herkend bij immunologische reactie bij de mens
A	eiwit	DNA
B	eiwit	eiwit
C	DNA	DNA
D	DNA	eiwit

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

Een zuivelbedrijf gaf microbiologen de opdracht om te bepalen welke DNA-sequenties van melkzuurbacteriën betrokken zijn bij de afweer tegen fagen. Het mechanisme dat de bacteriën gebruiken om zich tegen fagen te verdedigen, is met hulp van microbiologen van Wageningen UR verder ontrafeld en staat nu bekend onder de naam CRISPR-Cas. CRISPR's (clustered regularly interspaced short palindromic repeats) zijn plaatsen in het bacteriële DNA waar, ingesloten tussen repeats, korte segmenten vreemd DNA zijn ingebouwd. Cas-eiwitten (CRISPR-associated eiwitten) kunnen hiermee vreemd DNA herkennen en doorknippen.
In afbeelding 3 is de reactie van het CRISPR-Cas-systeem op een eerste contact met faag-DNA (primaire reactie) en op een volgend contact (secundaire reactie) schematisch weergegeven.

afbeelding 3

primaire reactie (immunisatie) **secundaire reactie (immuunreactie)**



1 Een faag hecht aan een bacterie en injecteert het faag-DNA in de bacterie.
2 Bepaalde stukjes faag-DNA worden als vreemd herkend: de proto-spacers.
3 Een complex van Cas-eiwitten knipt uit het faag-DNA enkele proto-spacers.
4 Deze worden op de CRISPR-locus in het bacteriechromosoom geplakt en heten nu spacers.
5 Bij een volgend contact met faag-DNA, wordt op basis van deze spacers RNA gemaakt.
6 Dit spacer-RNA wordt opgeknipt in losse RNA's.
7 Deze RNA's binden aan complexen van Cas-eiwitten tot CRISPR-Cas.
8 CRISPR-Cas bindt aan de complementaire sequentie in het faag-DNA, waarna dat doorgeknipt wordt.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

De CRISPR-locus bouwt zo na immunisatie een geheugen op van al het vreemde DNA dat in de bacterie terecht is gekomen. Is een binnengedrongen faag een ‘oude bekende’ van de bacterie, dan volgt snel een immuunreactie: het faag-DNA wordt herkend en afgebroken.

In een bacterie kunnen de volgende processen plaatsvinden:
1 translatie van Cas-RNA
2 transcriptie van CRISPR-DNA
3 translatie van faag-RNA

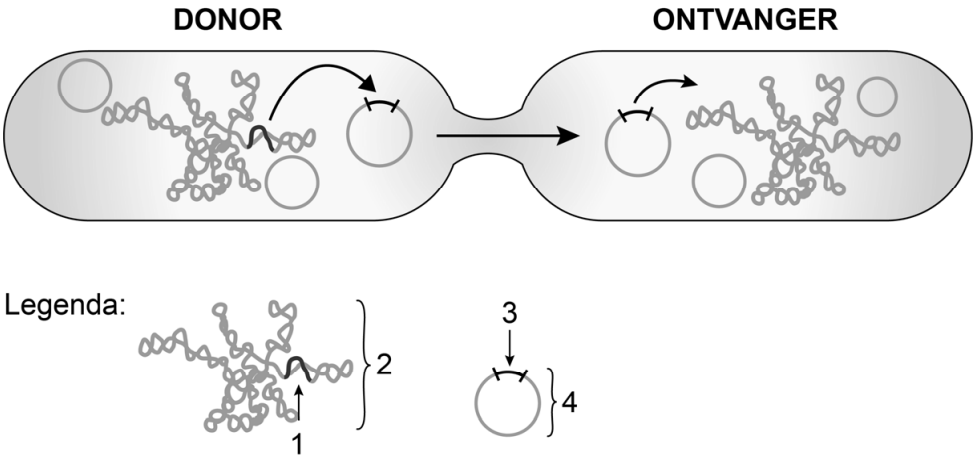
2p **20** Welk proces is of welke processen zijn essentieel voor de CRISPR-Cas-immuunreactie? Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of het betreffende proces **wel** of **niet** essentieel is.

Doordat bacteriën en hun fagen elkaar bestrijden, treedt co-evolutie op.

2p **21** Leg uit hoe selectiedruk deze co-evolutie veroorzaakt.

Het CRISPR-Cas-afweersysteem en de faag-spacers worden bij deling doorgegeven aan de volgende generatie bacteriën. Dit wordt verticale genoverdracht genoemd.
De genoverdracht voor afweer kan ook horizontaal plaatsvinden door conjugatie. Na conjugatie geven de donor-spacers pas immuniteit aan de ontvangende bacterie na inbouw in de CRISPR-locus van deze bacterie.
In afbeelding 4 is weergegeven hoe een melkzuurbacterie (donor) door conjugatie immuniteit doorgeeft aan een andere bacterie (ontvanger).

afbeelding 4



In de legenda van afbeelding 4 zijn vier delen genummerd.

2p **22** Schrijf de nummers 1 tot en met 4 onder elkaar en noteer de naam van het betreffende deel erachter.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

De opheldering van het bacterieel immuunsysteem CRISPR-Cas is fundamenteel onderzoek waar zuivelbedrijven gebruik van kunnen maken. Met behulp hiervan kunnen zij hun melkzuurbacteriën beschermen tegen verschillende soorten fagen en zo voorkómen dat hun yoghurtcultuur eindigt als een waterige melk met klonten.
Drie suggesties voor een methode om een melkzuurbacterie te verkrijgen die immuun is voor meerdere soorten fagen zijn:

1 achtereenvolgens verschillende soorten fagen toedienen aan een bacteriestam die voor deze fagen nog niet immuun is
2 horizontale genoverdracht bevorderen tussen bacteriën met verschillende immuniteit voor deze fagen
3 met recombinant-DNA-techniek de CRISPR-locus van bacteriën uitbreiden met spacers van deze fagen

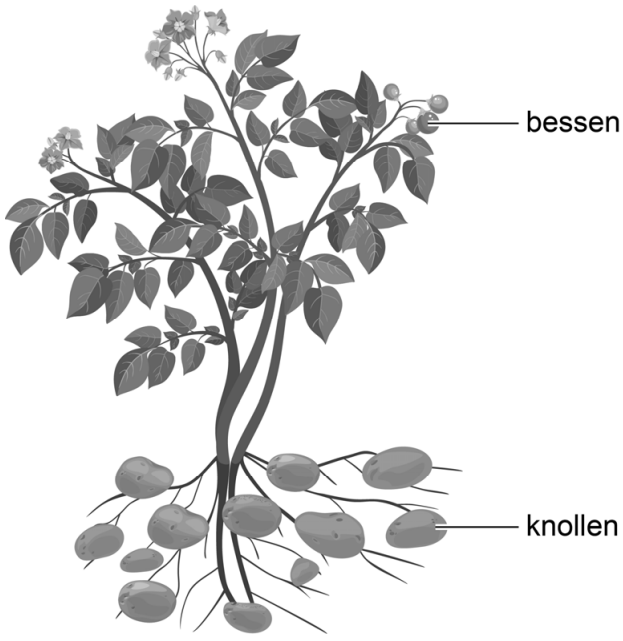
2p **23** Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende methode **wel** of **niet** kan leiden tot een bacterie die voor meerdere soorten fagen immuun is.

Aardappels veredelen

Dankzij een innovatieve techniek, ontwikkeld door een Nederlands plantenveredelingsbedrijf, kunnen boeren verbeterde aardappels telen uit zaad in plaats van uit pootaardappels.

Aardappelplanten (*Solanum tuberosum*) krijgen bloemen die na bestuiving uitgroeien tot bessen met honderden zaden. Beter bekend is de voortplanting door ondergronds gevormde zetmeelrijke knollen: de aardappels (afbeelding 1). De teelt van consumptieaardappels in Nederland is vooral gebaseerd op het gebruik van de knollen: een teler koopt ze als pootaardappels bij een vermeerderingsbedrijf en zet ze in de grond. Uit elke pootaardappel groeit een aardappelplant die weer nieuwe knollen produceert.

afbeelding 1



Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

Gebruik van pootaardappels heeft voor een aardappelteler het voordeel dat de aardappelplanten die daaruit groeien, aardappels vormen van een constante kwaliteit.

2p **24**
- Verklaar waardoor de aardappels uit pootaardappels over het algemeen een constante kwaliteit hebben.
- Noteer een oorzaak waardoor er toch verschillen kunnen zijn.

Zodra de pootaardappels of de uitlopers daarvan boven de grond uitkomen en er licht op valt, worden ze groen door de vorming van chlorofyl. In het licht neemt ook de hoeveelheid solanine, een giftige stof, in de bovengrondse delen van de plant snel toe.
Solanine wordt niet afgebroken tijdens het koken. Het Voedingscentrum raadt daarom aan de groene delen van aardappels vóór bereiding ruim weg te snijden.
Een middelgrote aardappel weegt 50 gram. De niet-groene delen van aardappels bevatten maximaal 10 mg solanine per 100 gram.
Vergiftigingsverschijnselen zoals misselijkheid, braken en hartritmestoornissen treden op bij een inname van 2,5 mg solanine per kilogram lichaamsgewicht per dag.

2p **25** Leg aan de hand van een berekening uit in hoeverre solanienevergiftiging door het eten van aardappels voor iemand van 80 kg een reëel risico is.

Tetraploïde (4n) aardappelplanten zijn vaak groter en produceren grotere knollen dan de diploïde planten. Doordat de rassen die in de landbouw worden gebruikt vrijwel allemaal tetraploïd zijn, is aardappelveredeling lastig.

2p **26** Hoeveel verschillende genotypen zijn bij tetraploïde aardappelplanten mogelijk voor één eigenschap met twee allelen?

A 2
B 3
C 4
D 5
E 6
F 8

Aardappelveredelaars hebben eeuwenlang getracht door kruising en selectie gewenste eigenschappen homozygoot in de tetraploïde planten te krijgen, zoals resistentie tegen het aardappelvirus PVS.
Een recessief allel r codeert voor deze resistentie.
Twee tetraploïde aardappelplanten met genotype RRrr worden met elkaar gekruist. Bij tetraploïde planten ontstaan na meiose diploïde geslachtscellen.

2p **27**
- Noteer de genotypenverhouding van de mannelijke geslachtscellen in deze kruising.
- Noteer de kans op PVS-resistentie voor een nakomeling uit deze kruising.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

Tetraploïde aardappelrassen veredelen om een hogere opbrengst te verkrijgen, is moeilijk en tijdrovend. De Wageningse onderzoeker Pim Lindhout begon daarom met diploïde rassen. Hij kruiste een diploïde *S. tuberosum* die relatief grote knollen vormt, met de verwante soort *S. chacoense* die kleine knolletjes maakt.
Bij de in de landbouw gebruikte aardappelrassen komt alleen kruisbestuiving (bestuiving met stuifmeel van een andere plant) voor, wat het lastig maakt om een homozygote zuivere lijn te verkrijgen.
S. chacoense-planten kunnen echter ook 'zelfbestuiven' (bevrucht worden door eigen stuifmeel) wanneer ze ten minste één B^S-allel bezitten.
Met een diploïd ras dat kan zelfbestuiven, wordt het veredelen een stuk eenvoudiger.

In bloemen van de diploïde *S. tuberosum* kan alleen kruisbestuiving optreden.

2p **28** Leg uit hoe kruisbestuiving kan leiden tot een evolutionair voordeel ten opzichte van zelfbestuiving.

Lindhout voerde een kruising uit tussen een *S. chacoense*- en een *S. tuberosum*-plant. Bij de aardappelplanten die daaruit ontstonden (F1) werd zelfbestuiving toegepast om een F2 te krijgen.
Van de planten in de F1 kon ongeveer 50% zelfbestuiven en in de F2 waren dat er 10 van de 13.
Met behulp van een kruisingsschema kunnen deze verhoudingen worden verklaard.

2p **29**
- Geef de twee kruisingstabellen waaruit de genotypen in de F1 en de F2 blijken. Gebruik de symbolen B en B^S voor de allelen.
- Geef in beide tabellen aan welk gedeelte kan zelfbestuiven.

Een voordeel van zaad is dat het relatief vrij van ziekten en plagen kan worden geproduceerd in kassen, terwijl er bij de productie van pootaardappels in de volle grond meer risico op infectie is.

1p **30** Noteer nog een ander voordeel van zaad ten opzichte van pootaardappels bij de aardappelteelt.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

In tabel 1 is de totale opbrengst en het geoogste oppervlak van drie typen aardappels weergegeven voor 2010 en 2015.

tabel 1

	2010		2015	
	totale bruto-opbrengst (in 1000 kg)	geoogste oppervlakte (ha)	totale bruto-opbrengst (in 1000 kg)	geoogste oppervlakte (ha)
consumptieaardappels	3 546 049	71 852	3 325 398	71 736
zetmeelaardappels	1 845 149	46 667	1 809 329	42 077
pootaardappels	1 452 331	38 450	1 516 965	41 848

In 2015 was de pootaardappel-opbrengst groter dan in 2010. Iemand beweert dat dit komt door een hogere productiviteit van de aardappelplanten in 2015 in vergelijking met 2010.

1p **31** Geef een argument om deze bewering te **weerleggen**.

Inmiddels zijn door kruisingen aardappels verkregen met een hoger eiwitgehalte dan gewone aardappels. Deze eiwitten kunnen worden toegepast ter vervanging van melk en eieren in bijvoorbeeld ijs en slagroom.
De productie van plantaardige eiwitten is ecologisch duurzamer dan de productie van dierlijke eiwitten.

2p **32** Leg dit uit aan de hand van de energiestroom in de voedselketen.

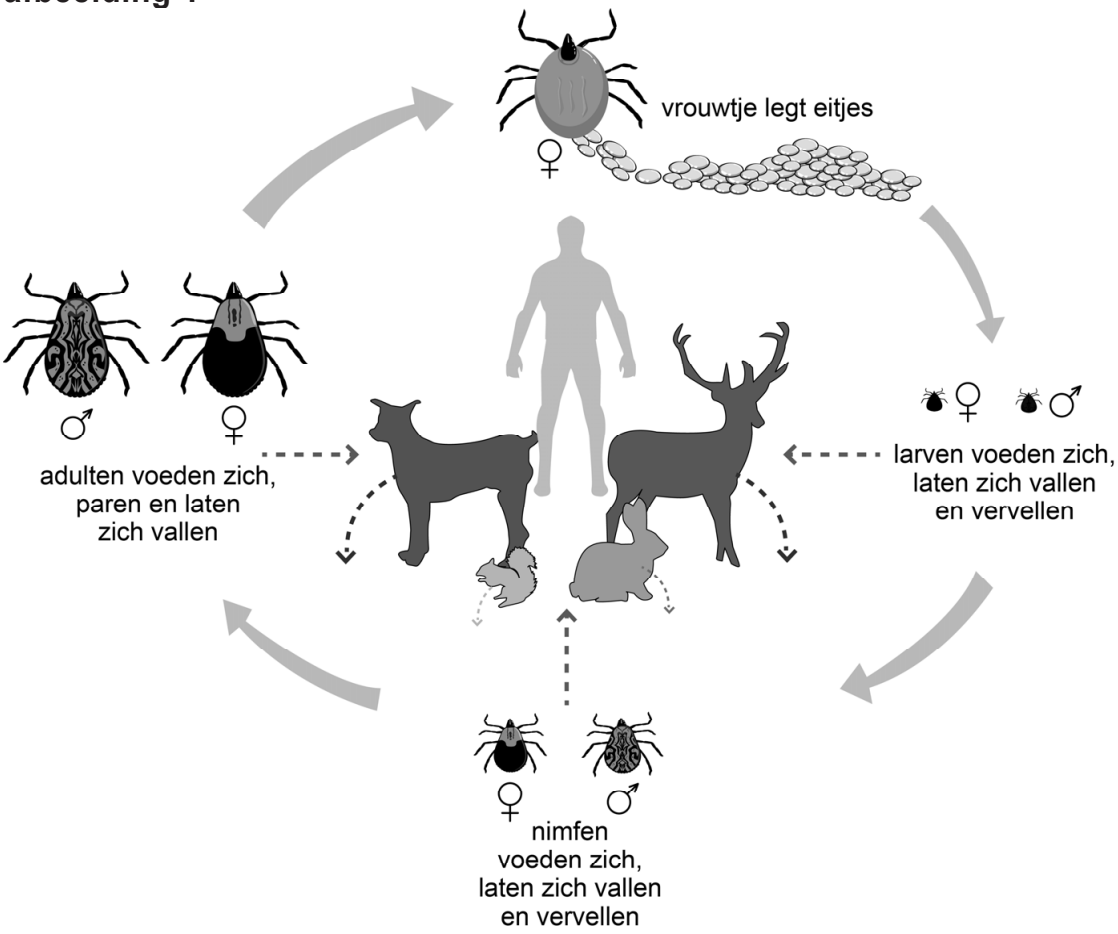
Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

Teken en de ziekte van Lyme

De ziekte van Lyme wordt veroorzaakt door een bacterie die meestal op de mens wordt overgedragen door een besmette schapenteek. Onderzoek laat zien dat het aantal tekenbeten en het aantal besmette teken de laatste jaren toeneemt.

Teken zijn spinachtigen die voorkomen in bossen en velden. Ze leven van het bloed van gewervelde dieren.
In afbeelding 1 is de levenscyclus van de schapenteek *Ixodes ricinus* weergegeven. De cyclus kan twee tot zes jaar duren en bestaat uit vier fasen: ei, larve, nimf en adult. Van elke levensfase overleeft ongeveer tien procent. Om een volgende fase te bereiken, heeft een teek meestal maar één bloedmaaltijd nodig.

afbeelding 1



Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

De bloedmaaltijd van een teek duurt enkele dagen tot een week. De tijdsduur hangt samen met de grootte van de teek. De schapenteek kan als larve, nimf en adult ook een mens of een hond gebruiken als gastheer. Tijdens de bloedmaaltijd kan de bacterie *Borrelia burgdorferi* worden opgezogen uit de gastheer. Deze bacterie vermenigvuldigt zich in de darmen van de teek. *B. burgdorferi* wordt niet overgedragen op de eitjes, maar kan wel via het speeksel worden overgedragen op een nieuwe gastheer. Bij mensen kan deze bacterie de ziekte van Lyme veroorzaken.

Als je de ziekte van Lyme hebt, is de kans groter dat je de ziekte hebt opgelopen door de beet van een nimf dan door de beet van een larve of een adult van de schapenteek.

2p **33**
- Verklaar waardoor meer mensen de ziekte oplopen door de beet van een nimf dan door de beet van een larve.
- Verklaar waardoor meer mensen de ziekte oplopen door de beet van een nimf dan door de beet van een adult.

Volwassen vrouwtjesteken zuigen vaker en meer bloed dan volwassen mannetjesteken.

1p **34** Geef hiervoor een verklaring.

Teken hebben een stekende zuigsnuit om de huid van hun gastheer te doorboren, waarna ze bloed kunnen opzuigen.
In het bloed kunnen de volgende processen plaatsvinden:
1 activatie van T-lymfocyten
2 antistofproductie
3 migratie van macrofagen

2p **35** Worden deze processen in gang gezet onmiddellijk na het doorboren van de huid van de gastheer? Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of het betreffende proces **wel** of **niet** onmiddellijk in gang gezet wordt.

Om een immuunreactie van de gastheer tegen te gaan, spuit een teek altijd eerst wat speeksel bij de gastheer naar binnen. Een van de speekseleiwitten remt afweercellen die een sleutelrol spelen bij het opwekken van een immuunrespons bij de gastheer.

1p **36** Welke afweercellen spelen deze sleutelrol?
A APC's
B B-lymfocyten
C cytotoxische T-cellen
D plasmacellen

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

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

Gewoonlijk wordt een infectie met een bepaalde ziekteverwekker vastgesteld door een bloedonderzoek waarmee de aanwezigheid van de betreffende ziekteverwekker direct of indirect kan worden aangetoond.

2p **37** Waarop wordt getest bij het direct aantonen van de ziekteverwekker? En waarop bij het indirect aantonen?

	direct	indirect
A	antigenen van ziekteverwekker	antistoffen tegen ziekteverwekker
B	antigenen van ziekteverwekker	DNA van ziekteverwekker
C	antistoffen tegen ziekteverwekker	antigenen van ziekteverwekker
D	antistoffen tegen ziekteverwekker	DNA van ziekteverwekker

De enige preventieve maatregel tegen het krijgen van de ziekte van Lyme is het vermijden van een tekenbeet. Om het risico op tekenbeten te verkleinen moet het aantal teken verminderd worden.
Een mogelijke aanpak is het gebruik van nematoden, microscopisch kleine rondwormen, die bepaalde symbiotische bacteriën bij zich dragen. Wanneer de nematode een teek binnendringt, gaan deze bacteriën zich ten koste van de teek vermenigvuldigen. De nematode voedt zich vervolgens met deze bacteriën.
Naar aanleiding van deze gegevens wordt de volgende stelling gedaan:
De relatie tussen de nematode en de bacteriën die hij bij zich draagt, is mutualisme.

2p **38**
- Geef een argument dat deze stelling ondersteunt.
- Noteer welk ander type relatie tussen de nematode en de bacteriën ook van toepassing is.

Schapen worden wel tekenstofzuigers genoemd, omdat ze heel aantrekkelijk zijn voor teken zonder er zelf veel last van te hebben. Onderzocht wordt of het inzetten van ‘lokschapen’ langs paden waar mensen lopen, een significante vermindering van het aantal teken kan opleveren.

1p **39** Noteer een aanvullende handeling die nodig is om het aantal teken te verminderen bij het op deze manier inzetten van lokschapen.

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.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.