



## Domein F: Evolutie

[www.ngbiologie.nl](http://www.ngbiologie.nl)

## Eindtermen Domein F: Evolutie

Biologische eenheden zijn op alle organisatieniveaus met elkaar in interactie, beïnvloed door biotische en abiotische factoren. Daarbij is er concurrentie om ruimte, licht, voedsel enzovoorts. De kans om te overleven en nakomelingen te krijgen is het grootst voor biologische eenheden die het best passen bij de omstandigheden, die de omstandigheden kunnen aanpassen of die de beste omstandigheden kunnen opzoeken.

Evolutie laat zien hoe toeval, mutatie, recombinatie, variatie, adaptatie en selectiedruk hebben geleid tot de nu aanwezige biodiversiteit.

Je kunt in een context:

- beschrijven hoe diversiteit van leven ontstaan is;
- beschrijven dat het bestaan van de universele genetische code opgevat wordt als een natuurwetenschappelijk argument voor een gemeenschappelijke oorsprong en verwantschap van al het leven;
- de rol van adaptaties in biologische eenheden uitleggen;
- beschrijven hoe de evolutietheorie tot stand gekomen is en de wisselwerking tussen de evolutietheorie en wetenschap, maatschappij en levensovertuiging toelichten.

### Subdomein F1. Selectie

Je kunt met behulp van de concepten DNA, mutatie, recombinatie en variatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze variatie in populaties tot stand komt.

#### F1.1 DNA

Je kunt in een context:

1. [benoemen dat DNA functioneert als universele drager van genetische informatie;](#)
2. uitleggen dat dezelfde genetische informatie in verschillende organismen voor kan komen;
3. uitleggen dat met gegevens verkregen door DNA-analyse de graad van verwantschap van soorten kan worden vastgesteld.

#### F1.2 Mutatie

Je kunt in een context:

1. [beschrijven welke typen mutatie er zijn;](#)
2. [uitleggen waardoor mutatie veroorzaakt kan worden;](#)
3. [uitleggen dat mutatie het fenotype kan beïnvloeden;](#)
4. uitleggen dat mutatie plaatsvindt onafhankelijk van het mogelijke effect ervan op overlevingskans of voortplanting van de cel of het organisme.

#### F1.3 Recombinatie

Je kunt in een context:

1. [beschrijven dat bij geslachtelijke voortplanting voortplantingscellen met een unieke combinatie van genen ontstaan door recombinatie van chromosomen.](#)

## F1.4 Variatie

Je kunt in een context:

1. [uitleggen dat genetische variatie in een populatie vergroot wordt door mutatie en recombinatie;](#)
2. uitleggen hoe door de mens gewenste genencombinaties verkregen worden door genetische modificatie.

## Subdomein F2. Soortvorming

Je kunt met behulp van de concepten populatie, variatie, selectie en soortvorming ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en wereldbeeld verklaren op welke wijze nieuwe soorten kunnen ontstaan.

### F2.1 Populatie

Je kunt in een context:

1. omschrijven wat onder een populatie wordt verstaan;
2. [uitleggen dat frequenties van genotypen en fenotypen in populaties in tijd en ruimte veranderen.](#)

### F2.2 Variatie

Je kunt in een context:

1. beschrijven wat onder genetische variatie in een populatie wordt verstaan;
2. [uitleggen dat genfrequenties in een populatie kunnen veranderen door random mutatie.](#)

### F2.3 Selectie

Je kunt in een context:

1. [uitleggen dat adaptaties van populaties door selectie van organismen tot stand komen;](#)
2. overeenkomsten en verschillen tussen natuurlijke en kunstmatige selectie beschrijven.

### F2.4 Soortvorming

Je kunt in een context:

1. [beschrijven dat soorten groepen individuen zijn die reproductief van elkaar geïsoleerd zijn;](#)
2. [uitleggen dat soorten ontstaan door reproductieve isolatie;](#)
3. [uitleggen dat de verwantschap en afstamming van soorten weergegeven kan worden in de vorm van een stamboom.](#)

01 *Eindexamen 02/1* - Bij dieren komt genetische modificatie in twee vormen voor. Het meest bekend zijn de transgene dieren. Bij deze dieren is één gen van een andere soort ingebracht. Hiervoor spuit de onderzoeker met een naald een gen rechtstreeks in de celkern van een bevruchte eicel.

Daarnaast is het ook mogelijk om in een celkern van een bevruchte eicel een eigen gen van een dier uit te schakelen. Men spreekt dan van een knock-out gen.

- a. **(1p)** Leg uit waarom voor genetische modificatie een bevruchte eicel gebruikt wordt.
- b. **(1p)** Leg uit waarom niet een cel uit een later stadium in de embryonale ontwikkeling gebruikt wordt.

Om conclusies te trekken over de werking van een ingebracht gen dat niet voorkomt bij de betreffende soort, is een controlegroep nodig.

- c. **(1p)** Is een dier met een knock-out gen geschikt als controlegroep bij een experiment met transgene dieren? Leg je antwoord uit.

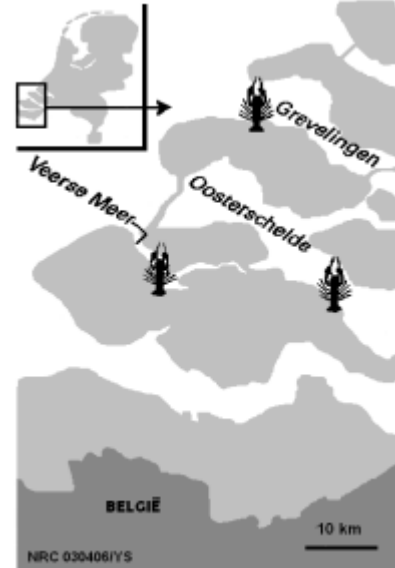
02 *Eindexamen 11/2* - Sommige schimmels groeien opvallend goed in een radioactief besmet gebied. Niet zo gek, want deze schimmels blijken straling als energiebron te gebruiken. Onderzoekers ontdekten dat in het zeer radioactieve gebied rondom de in 1986 ontplofte kernreactor van Tsjernobyl opvallend veel zwarte schimmels voorkomen. Dat sommige schimmels niet doodgaan in een radioactieve omgeving was al bekend. Maar nu blijkt dat ze de stralingsenergie kunnen omzetten in energie om te groeien, is dat groot nieuws. Volgens de onderzoekers maken de zwarte schimmels hierbij gebruik van melanine. Zij vergeleken schimmels zonder melanine en schimmels met melanine terwijl ze bestraald werden door een radioactieve bron. De schimmels met melanine groeiden onder deze condities sneller dan de schimmels zonder dit pigment. Melanine is ook het pigment in de huid waardoor we bruin kunnen worden in de zon. Van de stof is bekend dat het een beschermende werking heeft tegen UV, röntgen en radioactieve straling. Maar blijkbaar doet het in deze zwarte schimmels nog meer. Het blijkt dat dit pigment van structuur verandert wanneer het door radioactieve straling wordt getroffen en dat het de energie kan overdragen op andere stoffen in de cel. De zo verkregen energie wordt gebruikt voor de aanmaak van organische stoffen en voor allerlei andere celprocessen. Dit mechanisme doet denken aan de wijze waarop planten chlorofyl inzetten om energie te verkrijgen uit licht.

Vóór de ontploffing in de kerncentrale van Tsjernobyl, waarbij radioactieve straling vrijkwam, kwamen er in dat gebied voornamelijk schimmels voor zonder melanine. Zowel mutatie, migratie als selectie kunnen een rol gespeeld hebben bij de verandering van de schimmelpopulaties na de ramp.

- a. **(3p)** Voor welke twee van deze drie processen is de radioactieve straling van betekenis? Leg voor beide processen je antwoord uit.

- 03 *Eindexamen 11/1* - In 1883 werd tot verbazing van de Zeeuwse vissers de eerste kreeft in de Oosterschelde gevangen. Deze kreeft was een immigrant, afkomstig uit de Atlantische Oceaan. In 2005 werd in de Oosterschelde en het Grevelingenmeer (zie onderstaande afbeelding) ruim 14 ton kreeft gevangen. De kreeften wogen gemiddeld 750 gram.

Onder wetenschappers wordt vaak gesproken over de overlevingsdrift van dit bijzonder sterke schaaldier. Het feit dat de dieren in de Oosterschelde kunnen overleven, hebben zij aan veranderingen van hun DNA te danken. De Zeeuwse zandbodem was namelijk geen ideale plek voor deze kreeften omdat ze het liefst vanuit donkere schuilplaatsen jagen. Alleen een beperkt stukje van de Oosterschelde voldeed in de 19e eeuw aan deze voorwaarde. Omdat er nauwelijks uitwisseling van water tussen Noordzee en Oosterschelde is, konden de kreeften hier in isolement voortleven. Toch waren er nogal wat ongunstige factoren, waardoor het een wonder is dat de kreeft zich heeft kunnen handhaven.



De kreeften in de Oosterschelde werden bijvoorbeeld bedreigd door extreem koude winters. In het ijskoude water zijn veel kreeften doodgegaan, doordat ze hier geen uitwijkmogelijkheden naar dieper gelegen rotsbanken hadden. De kreeften werden niet alleen bedreigd door de kou maar werden ook overspoeld met zoet water dat door de Oosterschelde naar de Noordzee vloeide. Het verlaagde zoutgehalte zorgde opnieuw voor een gevecht om overleving. Steeds opnieuw moesten de dieren de populatie weer opbouwen. Uiteindelijk ontstond een “superkreeft” die in DNA van de oorspronkelijke immigranten afwijkt. Toen de Oosterschelde van de zee werd afgesloten, dachten de Zeeuwse vissers dat het einde van de kreeftenvangst in zicht was. Maar door alle bouwactiviteiten werd de leefomgeving alleen maar beter: meer stenen op de bodem. En doordat de rivieren via de Westerschelde werden omgeleid, kwam er geen zoet rivierwater meer in de Oosterschelde. Hierdoor kregen de superkreeften de kans zich ongestoord voort te planten.

- (3p)** Leg in drie stappen uit dat, door veranderingen in het DNA, in deze nieuwe leefomgeving een populatie van superkreeften kon ontstaan waarvan de eigenschappen afwijken van die van de oorspronkelijke immigranten uit de Atlantische Oceaan.
- (1p)** Wanneer kunnen we bij deze zogenaamde superkreeft spreken van een aparte soort?

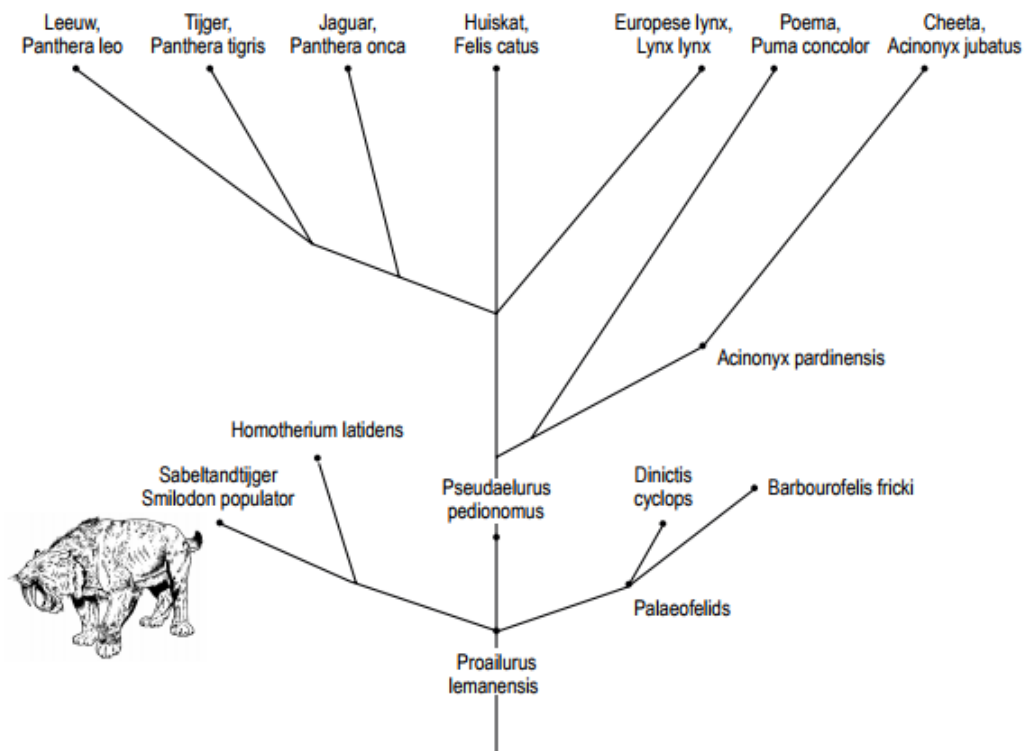
- 04 *Eindexamen 05/2* - Al lang is bekend dat de Europese paling (*Anguilla anguilla*) naar de Sargassozee zwemt om te paaien. Onderzoek aan de Universiteit Leiden toont aan dat palingen over genoeg vet beschikken voor het maken van de 6000 kilometer lange tocht zonder onderweg te eten. Een volwassen paling weegt twee kilo. Twintig procent van zijn lichaamsgewicht is vet.

Na de maandenlange zwemtocht houdt het vrouwtje blijkbaar nog voldoende vet over voor de aanmaak van eitjes. In zwemtunnels worden palingen gedurende tien dagen gevolgd en onderzocht. Uit de gegevens van dit onderzoek is berekend hoe groot het vetverlies is als de vissen van Europa naar de Sargassozee zwemmen. De Leidse onderzoekers berekenden dat een paling tijdens deze tocht 38,5 procent van zijn vetvoorraad kwijt raakt. Er zijn meer diersoorten die voor de voortplanting teruggaan naar de plaats waar zij hun leven begonnen. Zalmen bijvoorbeeld zwemmen voor hun voortplanting vanuit zee stroomopwaarts naar de beken waarin ze hun leven zijn begonnen. Palingen zijn misschien wel de enige dieren ter wereld die zich voor de voortplanting op één plaats verzamelen: de Sargassozee. Er blijkt een aantal zalmsorten te bestaan terwijl er maar één palingsoort is.

- a. (2p) Verklaar waardoor het ontstaan van nieuwe palingsoorten vrijwel onmogelijk is. Leg vervolgens uit dat het ontstaan van nieuwe soorten bij zalmen wel mogelijk is.

05 *Eindexamen 10/2* - Enkele jaren geleden kwam in het nieuws dat er een poema op de Veluwe zou zijn gesignaleerd. Het zou gaan om een ontsnapt of een in het wild uitgezet dier. Na een zoekactie van enkele weken bleek het een groot formaat verwilderde huiskat te zijn. De poema is een katachtige, die vrijwel in heel Amerika voorkomt. Het dier voelt zich zowel thuis in de bergen, op de prairie, in moerassige streken als in het bos.

Onderstaande afbeelding geeft de evolutionaire stamboom van zowel een aantal uitgestorven als van nu nog levende katachtigen weer. Niet alle voorouders zijn aangegeven in deze stamboom.



Sommige mensen beweren dat de sabeltandtijger (*Smilodon populator*) een voorouder is van de huidige katachtigen.

- a. **(1p)** Leg uit of deze bewering op grond van de gegevens in de afbeelding juist of onjuist is.
- b. **(2p)** Welke nu nog levende katachtige is volgens deze stamboom het meest verwant aan de Poema?
- A de Cheeta
  - B de Europese lynx
  - C de Huiskat
  - D de Jaguar

06

*Eindexamen 04/1* - Ongeveer 65 miljoen jaar geleden sloeg een meteoriet met een diameter van ongeveer 10 kilometer en een snelheid van 30-40 km/sec in bij Chixculub op het Mexicaanse schiereiland Yucatan. Er ontstonden geweldige branden, gevolgd door maandenlange duisternis op de gehele aarde: een enorme stofwolk hield het zonlicht tegen. De aarde koelde af. Door de geweldige hoeveelheid CO<sub>2</sub>, veroorzaakt door de branden, werd het weer warmer op aarde. Tijdens de inslag reageerden N<sub>2</sub> en O<sub>2</sub> in de lucht met elkaar, waardoor er grote hoeveelheden stikstofdioxide ontstonden. Door deze laatste twee effecten kwamen de organismen die de eerste klap overleefd hadden, alsnog in moeilijkheden.

Na de meteorietinslag verdween naar schatting 50% van alle genera (geslachten) van dieren. De vaak grote dinosauriërs verdwenen volledig. Dit gold zowel voor plantenetende als voor vleesetende soorten.

Van de zoogdieren bleef in deze periode een beperkte groep van primitieve, kleine dieren in leven. Na de ramp nam het aantal zoogdiersoorten sterk toe. Er ontstonden ook grotere soorten dan voorheen.

- a. **(2p)** Welke mechanismen hebben na de inslag, volgens de evolutietheorie, geleid tot het ontstaan van nieuwe soorten zoogdieren? Leg uit waardoor deze nieuwe soorten zich na de inslag konden handhaven.

Het idee van een meteorietinslag als oorzaak van massaal uitsterven berust vooral op onderzoek van de Amerikaan Walter Alvarez en de Nederlander Jan Smit. Zij ontdekten onafhankelijk van elkaar dat ongeveer 65 miljoen jaar geleden (op de overgang van het Krijt naar het Tertiair) een bijzonder sediment is afgezet. Dit dunne, zogenaamde KT-laagje is zeer arm aan fossielen, maar zeer rijk aan het element iridium. Dit element komt nergens in gesteenten op aarde in zulke hoge concentraties voor, maar wel in meteorieten.

- b. (2p) Op welke manier konden Alvarez en Smit de hypothese dat een meteorietinslag de oorzaak van het massale uitsterven was, aannemelijk maken?
- A doordat ze de invloed van iridium op organismen in het laboratorium onderzochten.
  - B doordat ze de plaats van de meteorietinslag vonden bij Chixculub op het Mexicaanse schiereiland Yucatan in Mexico.
  - C doordat ze in de lagen onder het KT-laagje fossielen vonden die sterk verschilden van de fossielen in de lagen boven het KT-laagje.
  - D doordat ze met behulp van een computer simulaties van hun ideeën uitvoerden.

07

*Eindexamen 10/2* - In Nederland komen tientallen soorten lieveheersbeestjes voor. Een daarvan is het Tweestippig lieveheersbeestje, dat voorkomt in twee variaties: rood met zwarte stippen (zie onderstaande afbeelding, links) of zwart met rode stippen (zie onderstaande afbeelding, rechts).



De kleurvarianten zijn erfelijk bepaald en komen naast elkaar voor. De getalsmatige verhouding is echter niet overal hetzelfde.

In 1980 en in 1995 zijn tellingen verricht. Hieruit bleek, dat aan de kust vooral rode exemplaren voorkomen, terwijl in het zuidoosten relatief meer zwarte lieveheersbeestjes aanwezig zijn. Entomologen vermoeden dat het voorkomen van de twee kleurvarianten te maken heeft met de omgevingstemperatuur. De temperatuur van het lieveheersbeestje bepaalt hoe actief ze zijn. Hoe actiever ze zijn, hoe vaker zij paren en hoe talrijker ze worden. Bij een lage omgevingstemperatuur, bijvoorbeeld in het voorjaar of 's morgens vroeg, hebben de lieveheersbeestjes zonnestraling nodig om actief te kunnen worden. Zonnestraling warmt zwarte dieren sneller op dan rode. In het laboratorium is gemeten dat de zwarte lieveheersbeestjes onder dezelfde omstandigheden een hele graad Celsius warmer werden dan de rode variant.

- a. (2p) In het zuidoosten van Nederland worden meer zwarte dan rode lieveheersbeestjes gevonden. Leg uit hoe dit komt.

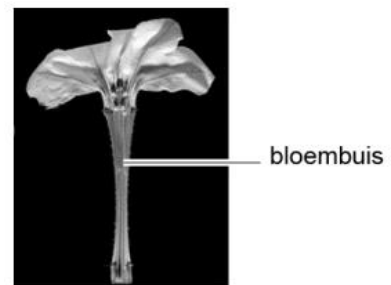


08 *Eindexamen 15/1* - De leefwijze van de adéliepinguïns maakt ze tot een interessant onderzoeksobject voor evolutiebiologen. Omdat de adéliepinguïns al millennia in hetzelfde zeer koude leefgebied broeden, zijn resten van hun voorouders zeer goed bewaard gebleven. Men heeft gekeken naar verschillen tussen de nucleotidenvolgorde in het DNA van pinguïns van duizenden jaren geleden en die van nu. Hierdoor kon de mutatiefrequentie vastgesteld worden. Met behulp van deze mutatiefrequentie kan de ouderdom bepaald worden. Hoe meer mutaties aanwezig zijn bij de huidige pinguïns ten opzichte van een fossiel, hoe ouder het fossiel is.

Bij het onderzoek werd vooral gekeken naar veranderingen in het niet-coderende DNA. Dit is het DNA dat, in tegenstelling tot genen, niet voor eigenschappen codeert.

- a. (2p) Waarom wordt het niet-coderende DNA onderzocht als het gaat om de mutatiefrequentie en de ouderdomsbepaling?
- A De kans dat een mutatie door selectie uit de populatie verdwijnt, is groter voor een mutatie in een gen dan voor een mutatie in een stuk niet-coderend DNA.
  - B De kans dat een mutatie door selectie uit de populatie verdwijnt, is kleiner voor een mutatie in een gen dan voor een mutatie in een stuk niet-coderend DNA.
  - C De kans dat een mutatie optreedt in een gen is groter dan de kans op een mutatie in een stuk niet-coderend DNA.
  - D De kans dat een mutatie optreedt in een gen is kleiner dan de kans op een mutatie in een stuk niet-coderend DNA.

09 *Eindexamen 15/1* - In Zuid-Amerika komen twee kleurvarianten van petunia naast elkaar voor in dezelfde biotoop. Naast het opvallende kleurverschil van de dieppaarse en helderwitte bloemen valt in het veld op dat de witte bloemen 's avonds en 's nachts een sterke geur verspreiden en bezocht worden door nachtvlinders. De paarse bloemen geuren niet maar hebben een opvallende tekening die zichtbaar is in ultraviolet licht. Petunia's met paarse bloemen worden bestoven door bijen en hommels. In zijaanzicht is te zien dat de witte bloemen een lange bloembuis hebben (zie afbeelding rechts). Deze buis is langer dan die van de paarse bloem.



In de natuur vindt geen kruising tussen beide kleurvarianten plaats en de beide varianten kennen geen kleurafwijkingen en ook geen enkele afwijking in bloemvorm of geur. Bij kunstmatige bestuiving planten de beide petunia-varianten zich wel onderling voort en leveren dan vruchtbare nakomelingen. De eerste generatie nakomelingen van een kruising tussen beide varianten draagt allemaal roze bloemen.

De bevolking van het gebied in Uruguay waar de petunia's voorkomen, geeft de paarse en de witte petunia's elk een eigen naam, terwijl plantkundigen het op één soortnaam houden voor de kleurvarianten paars en wit.

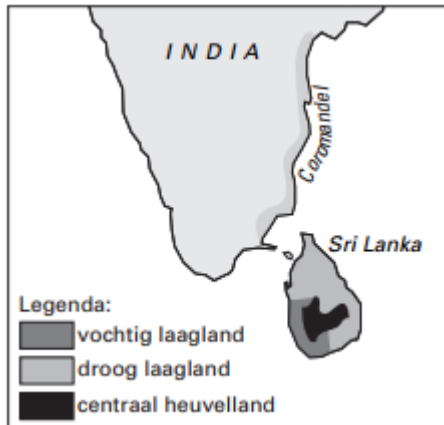
- a. (2p) Geef een biologisch argument waarom het gerechtvaardigd is om van één soort te spreken. Geef ook een biologisch argument waarom het gerechtvaardigd is om van twee soorten te spreken.

In evolutionair opzicht is hier een interessant fenomeen gaande: uit één soort zijn zich op één plaats twee verschillende populaties aan het ontwikkelen die in dezelfde biotoop naast elkaar voorkomen.

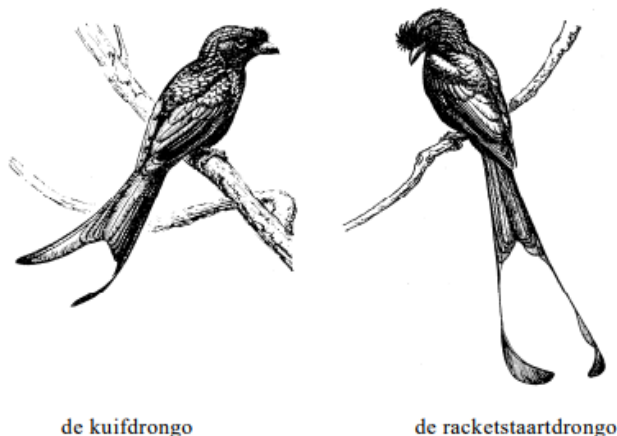
- b. (2p) Noteer de namen van de twee processen waardoor beide varianten van elkaar zijn gaan verschillen. Verklaar dat in dit geval soortvorming kan optreden op eenzelfde wijze als bij geografische isolatie.

10

*Eindexamen 06/1* – Op het eiland Sri Lanka, ten zuiden van de Zuidoostkust van India, komen veel endemische soorten en rassen voor. Dat zijn groepen die nergens anders ter wereld worden gevonden. Het eiland is grofweg verdeeld in drie ecologisch verschillende gebieden.



Een voorbeeld van een endemisch ras is de kuifdrongo (*Dissemurus paradiseus lophorinus*). Deze vogel wordt gevonden in het vochtige laagland. In het droge laagland leeft de racketstaartdrongo (*Dissemurus paradiseus ceylonensis*), die ook veel voorkomt in Coromandel op het Indiase continent.







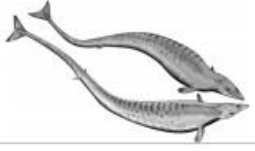








Door menselijk ingrijpen verdwijnt langzaam het vochtige laagland. De scheiding tussen het leefgebied van beide drongorassen is daardoor minder sterk geworden. De afgelopen jaren kwamen de vogels van beide rassen herhaaldelijk in elkaars leefgebied en kregen samen nakomelingen.

- a. **(1p)** Is te verwachten dat deze nakomelingen onderling vruchtbaar zijn? Leg je antwoord uit.
- b. **(2p)** Leg uit hoe volgens de evolutietheorie de verdeling in twee rassen op Sri Lanka is ontstaan, waarbij je ervan uitgaat dat er sprake is van een oorspronkelijke kolonisatie vanuit Coromandel op het vasteland van India.

11 *Eindexamen 14/1* – Tandwalvissen eten vis en andere zeedieren. Ook baleinwalvissen eten voornamelijk dierlijk voedsel. De voorouders van de walvis waren echter planteneters, zo blijkt uit fossielen van hun voorouders. Zij hadden voorpoten die alleen bij evenhoevigen zoals bijvoorbeeld runderen, nijlpaarden en herten voorkomen.

In de afbeelding op de volgende pagina staan fossiele vondsten van voorouders van de walvis. Van de *Pakicetus inachus* is alleen een schedel met tanden gevonden, maar van de meeste andere bijna hun volledig skelet. Deze vondsten ondersteunen de theorie dat de walvis geëvolueerd is vanuit een landzoogdier. *Rodhocetes* is al een zeezoogdier waarbij nog duidelijk een achterpoot zichtbaar is. In het huidige walvis skelet is alleen nog een bot aanwezig op de overeenkomstige plek, zonder uitwendige poot of vin.

- a. **(2p)** Hoe noemt men een orgaan zoals het genoemde bot in het huidige walvis skelet?
  - A een analoog orgaan
  - B een fossiel orgaan
  - C een rudimentair orgaan
  - D een vitaal orgaan

(Jaar van opgraving) <i>naam</i>	Skelet	Schedel	"Reconstructie"
1 (1983) <i>Pakicetus inachus</i>	Alleen een schedel		
2 (1990) <i>Basilosaurus isis</i>			
3 (1994) <i>Rodhocetus kasrani</i>			
4 (1994) <i>Ambulocetus natans</i>			
5 (1996) <i>Durodon atrox</i>			

De fossiele vondsten staan gerangschikt op jaartal van de opgraving waarin ze gevonden zijn (zie de bovenstaande afbeelding). In de geologische tijdschaal verschijnt de *Pakicetus inachus* het eerst. De andere vier voorouders kunnen op basis van de kenmerken van de gevonden fossielen in een afstammingsreeks gerangschikt worden.

- b. (1p) Wat is de volgorde van voorouders van de walvis in deze afstammingsreeks? Schrijf alleen de nummers (in de juiste volgorde) op.

01 *Eindexamen 02/1*

- a. een verandering in het DNA in een bevruchte eicel komt in alle cellen van het individu (dat uit die eicel ontstaat) terecht.
- b. een verandering in het DNA van een cel uit een later stadium van de embryonale ontwikkeling komt alleen terecht in de cellen die (door deling) uit de betreffende cel ontstaan.
- c. Een voorbeeld van een goed antwoord is:  
Nee, want de controlegroep verschilt dan in meer dan één eigenschap.

02 *Eindexamen 11/2*

- a.
  - de processen mutatie en selectie **1 punt**
  - uitleg voor mutatie: straling leidt tot DNA-beschadiging en daarmee tot (meer) mutatie **1 punt**
  - uitleg voor selectie: melaninehoudende schimmels hebben bij straling een voordeel, want zij zijn beter beschermd / kunnen met behulp hiervan voedsel aanmaken / kunnen met behulp hiervan energie verkrijgen (voor celprocessen) **1 punt**

03 *Eindexamen 11/1*

- a. Uit het antwoord moet blijken dat:
  - binnen de populatie door mutatie nieuwe varianten ontstaan/varianten aanwezig zijn **1 punt**
  - er selectie plaatsvindt (door abiotische factoren zoutgehalte / watertemperatuur) / de aangepaste individuen overleven **1 punt**
  - de (best) aangepaste individuen de eigenschappen doorgeven **1 punt**
- b. Voorbeelden van juiste antwoorden zijn:
  - als superkreeften zich niet meer met de Atlantische soort / andere kreeftensoorten kunnen voortplanten en samen vruchtbare nakomelingen krijgen
  - als superkreeften alleen bij onderlinge kruising vruchtbare nakomelingen krijgen

04 *Eindexamen 05/2*

- a. Een voorbeeld van een juist antwoord is:  
De eigenschappen van groepen palingen worden over de hele wereldpopulatie verspreid. Deze eigenschappen blijven dus niet beperkt tot een regionale populatie. Bij zalmen ontstaan geïsoleerde groepen doordat verwante dieren steeds naar een specifieke plaats terugkeren, waar de milieuomstandigheden kunnen veranderen. Door selectie kan soortvorming optreden, dat kan bij palingen niet, bij zalmen wel.  
Het antwoord bevat de volgende noties:
  - bij de paling treedt geen isolatie op **1 punt**
  - bij de zalm is wel sprake van isolatie/selectie **1 punt**

05 *Eindexamen 10/2*

a. De bewering is onjuist.

voorbeelden van een juiste uitleg:

- *Smilodon populator* staat aan het einde van een tak.
- De stamboom loopt na *Smilodon populator* niet door naar de huidige katachtigen.

b. A

06 *Eindexamen 04/1*

a. Het antwoord bevat de notie dat:

- deze nieuwe varianten van zoogdieren ontstonden door mutatie en selectie **1 punt**
- door het uitsterven van de dinosauriërs werden ze niet langer weggeconcurrerd / konden ze vrijgekomen niches bezetten **1 punt**

b. C

07 *Eindexamen 10/2*

a. Het antwoord dient de notie te bevatten dat

- als de omgevingstemperatuur in het zuidoosten laag is, de zonnestraling het lieveheersbeestje zal moeten opwarmen **1 punt**
- de zwarte lieveheersbeestjes sneller opgewarmd worden (dan de rode) en dus sneller een hogere activiteit hebben (dus kunnen zij zich eerder op de dag voortplanten / dus hebben zij daar een evolutionair voordeel) **1 punt**

08 *Eindexamen 15/1*

a. A

09 *Eindexamen 15/1*

a. 

- Er kan van één soort worden gesproken omdat de beide varianten (kunstmatig) kunnen voortplanten en vruchtbare nakomelingen geven **1 punt**
- Er kan van twee soorten worden gesproken want de beide varianten planten zich zonder hulp niet onderling voort / er is sprake van seksuele isolatie **1 punt**

b. Het antwoord moet de volgende elementen bevatten:

- mutatie en selectie(druk), **1 punt**
- de beide varianten zijn (door de verschillende manieren van bestuiven) van elkaar in voortplantingswijze geïsoleerd geraakt (wat ook bij geografische isolatie kan gebeuren) **1 punt**

10 *Eindexamen 06/2*

a. Ja, ze behoren tot dezelfde soort / ze hebben beide eenzelfde genusnaam en eenzelfde soort aanduiding.

b. een voorbeeld van een juist antwoord:

Er zijn vogels vanuit Coromandel in het droge en in het vochtige laagland van Sri Lanka terechtgekomen. Doordat het vochtige gebied verschilde van het droge gebied, ontstond door natuurlijke selectie een ander ras van drongo's.

Het antwoord dient de volgende elementen te bevatten:

- verspreiding over het vochtige gebied en droge gebied **1 punt**
- natuurlijke selectie **1 punt**

11 *Eindexamen 14/1*

a. C

b, (1), 4, 3, 2, 5 of (1), 4, 3, 5, 2