

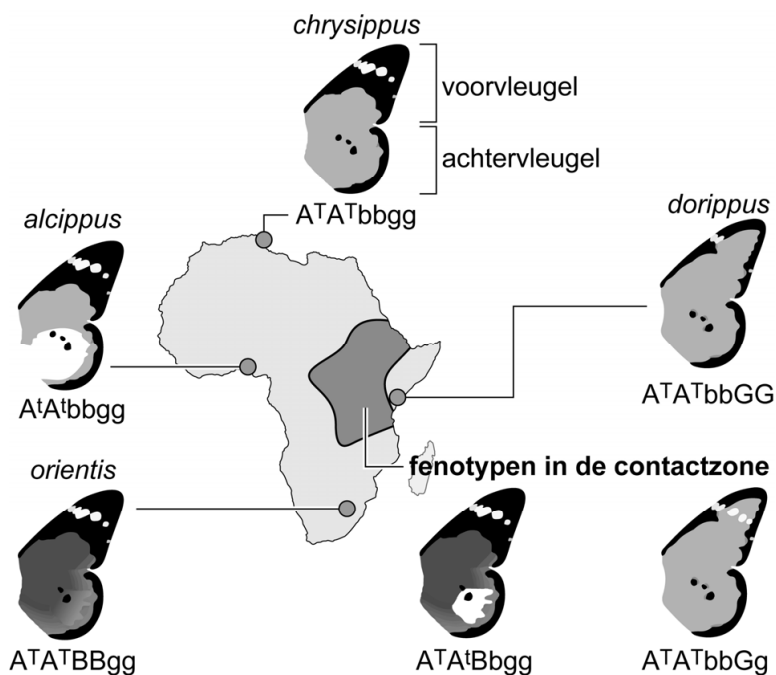
Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.

Kleurpatroon van de kleine monarchvlinder

De kleine monarchvlinder is een vlindersoort waarbij veel variatie aanwezig is in het kleurpatroon van de vleugels. In één gebied in Afrika is het kleurpatroon gekoppeld aan het geslacht. Onderzoekers hebben aangetoond dat deze koppeling wordt veroorzaakt door een chromosoommutatie én een bacterie.

Van de kleine monarchvlinder (*Danaus chrysippus*) zijn vier ondersoorten bekend (*D. c. alcippus*, *D. c. chrysippus*, *D. c. dorippus* en *D. c. orientis*), die in Afrika en delen van Azië voorkomen. In Oost-Afrika overlappen de leefgebieden en kunnen de vlinders zich onderling voortplanten.

afbeelding 1



Alleen in deze contactzone (het omliggende gebied in afbeelding 1) blijkt het kleurpatroon van de voorvleugels gekoppeld te zijn aan het geslacht.

Bij de kleine monarchvlinder wordt het kleurpatroon van de vleugels bepaald door drie genen:

- gen A op chromosoom 4
- gen B op chromosoom 15
- gen G op chromosoom 15

Deze drie genen coderen voor de intensiteit van de oranje kleur (donker of licht), voor een zwarte vleugeltip op de voorvleugel (groot of klein) en voor een witte vlek op de achtervleugel (wel of geen). In de afbeelding is het oranje deel van de vleugels met licht- of donkergrijs aangegeven.

Drie fenotypen zijn:

- 1 een grote zwarte vleugeltip op de voorvleugel
- 2 een witte vlek op de achtervleugel
- 3 een donker oranje kleur

2p 1 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter door welk allel het betreffende fenotype wordt bepaald. Kies steeds uit **A^T**, **A^t**, **B**, **b**, **G** of **g**.

- 2p 2 Behoren de *alcippus*-, *chrysippus*-, *dorippus*- en *orientis*-vlinders elk tot een apart geslacht (genus)? En elk tot een aparte soort?

	aparte geslachten	aparte soorten
--	-------------------	----------------

- | | | |
|---|-----|-----|
| A | ja | ja |
| B | ja | nee |
| C | nee | ja |
| D | nee | nee |

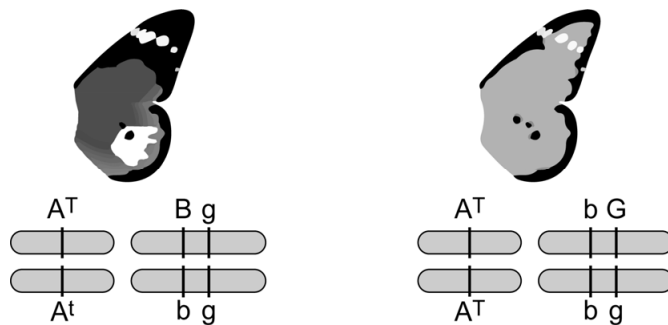
Over de monarchvlinders in de contactzone worden de volgende uitspraken gedaan:

- 1 Er is reproductieve isolatie tussen de ondersoorten.
- 2 Er treedt allopatrische soortvorming op.
- 3 Er vindt gene flow plaats.

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

In afbeelding 2 zijn twee genotypen van vlinders uit de contactzone met de bijbehorende fenotypen weergegeven.

afbeelding 2



De genen B en G liggen zo dicht bij elkaar, dat ze vrijwel altijd gekoppeld overerven.

- 2p 4 Hoe groot is de kans dat een nakomeling van twee vlinders met de genotypen uit afbeelding 2 genotype $A^T A^t B b G g$ heeft? En zou als de genen **niet** gekoppeld waren, deze kans kleiner, even groot of groter zijn?

	kans	deze kans is bij niet-gekoppelde genen
--	------	----------------------------------------

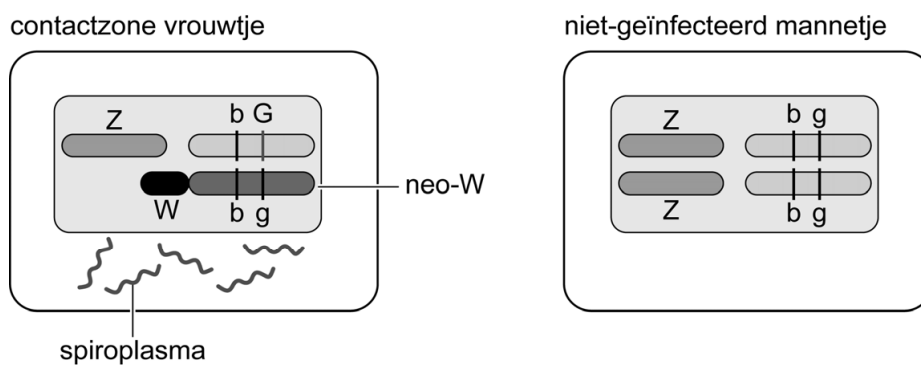
- | | | |
|---|---------------|------------|
| A | $\frac{1}{4}$ | kleiner |
| B | $\frac{1}{4}$ | even groot |
| C | $\frac{1}{4}$ | groter |
| D | $\frac{1}{8}$ | kleiner |
| E | $\frac{1}{8}$ | even groot |
| F | $\frac{1}{8}$ | groter |

- 1p 5 Noteer de naam van het proces dat tijdens meiose kan optreden, waardoor gekoppelde genen ontkoppeld kunnen worden.

Bij vlinders komen de geslachtschromosomen W en Z voor. Vrouwtjes hebben WZ, mannetjes ZZ. Bij vlinders die permanent in de contactzone verblijven, is het W-geslachtschromosoom echter gefuseerd met chromosoom 15. Dit gefuseerde chromosoom wordt het neo-W-chromosoom genoemd. Het is ongeveer 2200 jaar geleden ontstaan en wordt telkens onveranderd doorgegeven aan het nageslacht. Onderzoekers hebben aangetoond dat in dezelfde periode dat het neo-W-chromosoom ontstond, de kleine monarchvlinder in dit gebied ook geïnfecteerd is geraakt met een *Spiroplasma*-bacterie. Deze bacterie is aanwezig in alle cellen van de vlinder en wordt via de eicel doorgegeven. De bacterie is dodelijk voor mannelijke rupsen en komt daardoor uitsluitend voor bij vrouwelijke vlinders met het neo-W-chromosoom. Vrijwel alle vrouwtjes met het neo-W-chromosoom dragen de bacterie.

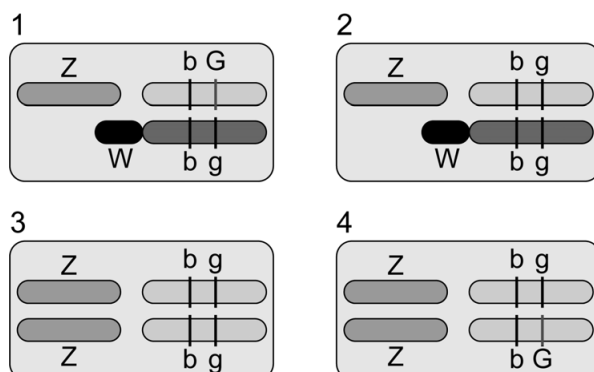
In afbeelding 3 zijn een cel van een vrouwtje en een cel van een mannetje schematisch weergegeven.

afbeelding 3



In afbeelding 4 zijn vier genotypen weergegeven:

afbeelding 4



- 2p 6 Schrijf de nummers 1 tot en met 4 onder elkaar en noteer erachter of het betreffende genotype **wel** of **niet** voor kan komen bij **volwassen** vlinders die zijn ontstaan uit de kruising van de vlinders uit afbeelding 3.