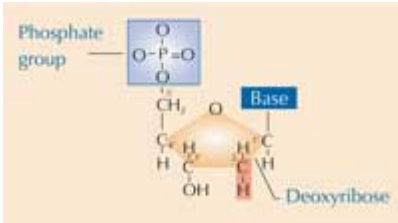


Model van DNA met blikjes en flesjes

Doel

Je gaat een driedimensionaal model van DNA bouwen uit blikjes en flesjes. Om dat goed te kunnen doen moet je weten hoe DNA opgebouwd is. Gebruik daarbij je leerboek en Binas of Biodata. De basiseenheid van DNA is de



nucleotide. Hiernaast zie je hoe een nucleotide is opgebouwd.

In de tekening hieronder is een model van een nucleotide te zien dat is opgebouwd uit een fles en

twee blikjes te zien.



Elk van de drie onderdelen van de nucleotide worden voorgesteld door flessen en blikken (zie tabel 1), die met elkaar worden verbonden om een dubbele helix met tien treden (basenparen) te vormen. Zie de tabel hieronder.

DNA-molecuul	model
fosfaatgroep	blikje Coca Cola®
desoxyribosemolecuul	blikje Sprite®
base	plastic fles

Tabel 1. Moleculaire onderdelen van DNA en de corresponderende materialen voor het model.

Materiaal

Het afvalmateriaal is te vinden in de prullenbakken van de school:

20 aluminium blikjes Coca-Cola®

20 aluminium blikjes Sprite®

20 plastic flessen (500 ml) Coca-Cola

60 rode doppen van Coca-Colaflessen

10 plastic flessen Fanta® (500 ml)

20 oranje doppen van Fantaflessen

Een stuk dun papier of plastic van ongeveer een meter lang.

Overig materiaal

6 m dun touw

20 plastic rietjes

20 moeren en dunne, dubbelzijdige bouten

4 stukken gekleurd cellofaan (blauw, groen, rood en geel) of anders vliegerpapier.

Gereedschap

Scalpel of scherp mes om de plastic flessen door te snijden

Dikke spijker om gaten in plastic en aluminium te maken

Klein pincet

Nietmachine

Twee stukken dun elektriciteitsdraad, van ongeveer 40 cm, om het touw door de rietjes te trekken.

Methode

Eerst worden alle drie de onderdelen van de nucleotide gemaakt (desoxyribose, fosfaatgroep en base), waarbij de geometrie van het molecuul zo goed mogelijk wordt weergegeven. Daarna worden deze onderdelen samengevoegd om nucleotiden te vormen en dan wordt de helix gemaakt.

Desoxyribose wordt gemaakt van een Spriteblikje met drie rode doppen erop, die de koolstofatomen op positie 1', 3' en 5' voorstellen. Een oranje dop op positie 3' stelt een waterstofatoom voor, waarmee de verbinding met de volgende nucleotide wordt gemaakt.

1. Prik een gat in het Spriteblikje op de posities 1', 3', en 5', zoals hieronder te zien is.
2. Prik een gat in het midden van vier doppen (drie rode en een oranje).
3. Maak met een bout en een moer een van de rode doppen stevig vast op positie 1', zodat er een fles op geschroefd kan worden.
4. Steek twee doppen, een rode en een oranje, stevig aan het ene einde van een rietje (eerst de rode, dan de oranje).
5. Steek het rietje door de gaten 3' en 5' van het blikje.
6. Maak het blikje vast aan het rietje door dan de laatste rode dop over het rietje te schuiven op positie 5' van het blikje. Het eindresultaat is hierboven te zien.



Fosfaatgroep

Prik met dezelfde spijker een gat in het midden van de bodem van het Coca-Cola blikje, dat de fosfaatgroep voorstelt. Steek het rietje dat aan het Sprite blikje zit (desoxyribose) door het Coca-Cola blikje (fosfaatgroep) zodat de bovenkant van het cola-blikje aan de kant zit van het Sprite-blikje. De fosfaatgroep zit nu aan de desoxyribose op positie 5' (zie hiernaast Het rietje verbindt de twee blikjes en maakt het ook gemakkelijk om later het touw door de twee blikjes te halen, waardoor de nucleotiden worden samengevoegd tot een molecuulketen. Het is daarom belangrijk het rietje niet te knikken. Om op de juiste schaal te blijven van molecuul tot model moet de afstand van de bodem van het cola-blikje tot de oranje dop 23 cm zijn.



Complementaire basenparen

Nu worden de plastic flessen die de basen voorstellen bewerkt, zodat ze alleen verbonden kunnen worden met hun

complementaire base (adenine met thymine en guanine met cytosine).

Snijd om twee complementaire basen te maken twee Fantaflessen en drie Coca-Colaflessen dwars door met het scalpel of de schaar. Voorzichtig!

1. Verwijder de bodem van twee Coca-Colaflessen (snede c hieronder).
2. Verwijder van de derde Coca-Colafles:
 - o de hals, door de fles 10 cm onder de opening door te snijden (snede a) en

- o het onderste deel van de fles, door de fles 4 cm boven de bodem door te snijden (snede b).
3. Maak met de schaar vijf of zes insnijdingen van 2 cm lang in de hals en de onderkant van de derde Coca-Colafles. Deze kunnen dan open zodat andere flessen erin kunnen worden gestoken.
 4. Met deze onderdelen en met het gekleurde cellofaan kunnen de structurele elementen worden gemaakt die de basen voorstellen.



Construeren van de basen

Thymine (T)

Stop groen cellofaan in een Coca-Colafles zonder bodem.

Adenine (A)

Maak de hals van de Coca-Colafles stevig vast aan de bodem van een Fantafles. Stop in beide delen blauw cellofaan.

Thymine (T), dat wordt voorgesteld door de kleur groen, zit met twee waterstofbindingen aan Adenine, dat wordt voorgesteld door de kleur blauw. Duw hiervoor de blauwe nek stevig in de groene fles zonder bodem.

Guanine (G)

Stop rood cellofaan in een Fanta fles.

Cytosine (C)

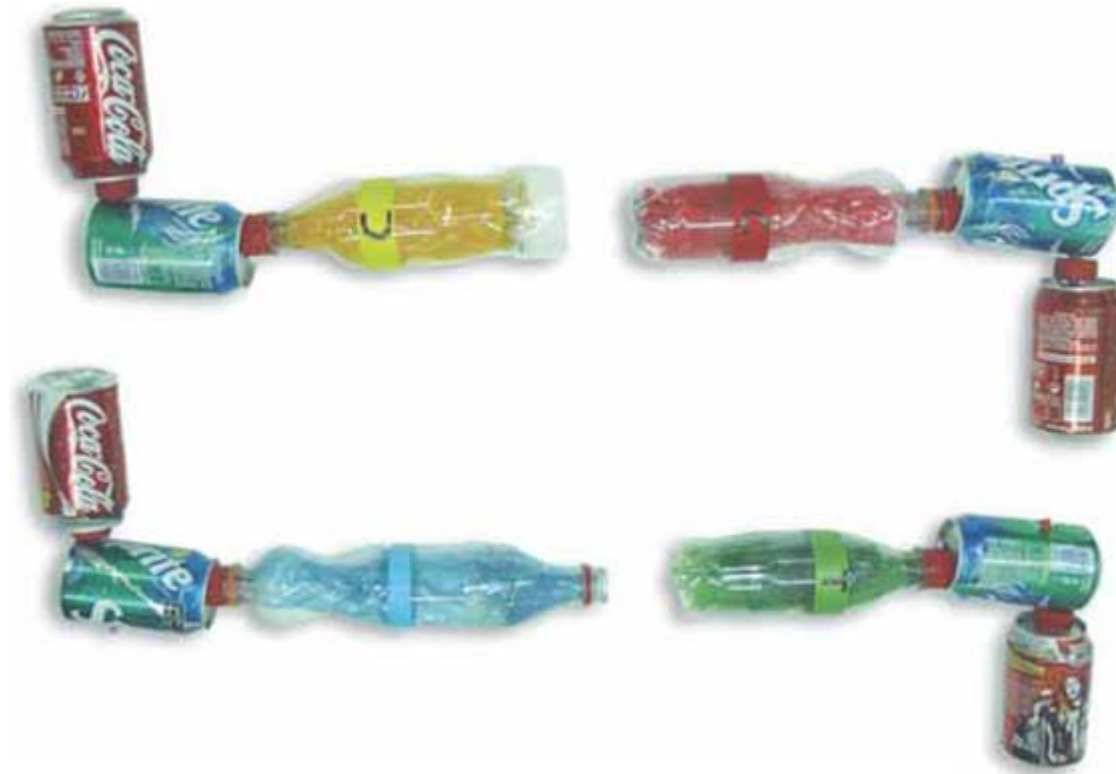
Stop geel cellofaan in een Coca-Cola fles zonder bodem. Steek de bodem van een andere, omgekeerde Coca-Cola fles hier stevig in vast. Guanine (G), voorgesteld door de kleur rood, zit met drie waterstofbindingen aan cytosine (C), dat wordt voorgesteld door de kleur geel. Open hiervoor de onderkant van de gele fles (cytosine) langs de insnijdingen zodat de bodem van de rode fles (guanine) erin past en klem stevig vast. Vanwege de symmetrie en vanwege de schaal



van het model zouden de twee paren van complementaire basen 42 cm lang moeten zijn. Elke gekleurde fles wordt in een rode dop (koolstof) op positie 1' van een desoxyribose-molecuul geschroefd. Zo worden vier verschillende nucleotiden gevormd (zie de figuur op de vorige pagina).

Complementaire basen

Deze manier om waterstofbindingen te modelleren maakt het mogelijk de complementaire basen eenvoudig te verbinden en weer los te maken. Dit maakt het weer gemakkelijk om de DNA-strengen te splitsen en ook om de positie van de basen te veranderen.



Complementaire basenparen.

Het DNA-molecuul maken

Als de 20 nucleotiden gereed zijn, kunnen we een dubbele helix met 10 treden maken, twee strengen van elk 10 nucleotiden. Omdat de afstand tussen het einde van het Coca-Colablikje (de fosfaatgroep) en de oranje dop (de waterstof die verbonden wordt met de volgende fosfaatgroep) 23 cm is, wordt de streng van 10 nucleotiden 2,3 m lang.

Maak het elektriciteitsdraad vast aan ongeveer 3 meter van het touw en gebruik het stijve draad om het touw door de rietjes van de nucleotiden te rijgen, zodat we twee ketens van moleculen krijgen. De ketens worden verticaal opgehangen op 2 meter hoogte en 65 cm uit elkaar. De twee DNA-strengen worden in de richting van 5' naar 3' gelezen en zijn anti-parallel. In het model komt de richting waarin we het woord *Coca-Cola* lezen overeen met de richting van 5' naar 3'. In een van de strengen kunnen we dus de woorden *Coca-Cola* van boven naar beneden lezen en in de andere van beneden naar boven. In ons model zijn de DNA-strengen dus ook anti-parallel.

We moeten ervoor zorgen dat de basen op de ene streng complementair zijn aan die op de andere streng. Adenine moet tegenover thymine komen en cytosine tegenover guanine.

Als aan al deze eisen is voldaan, bind dan een rol papier aan het einde van elke streng, zodat een dunne stok door de rol gestoken kan worden. Deze stok kan worden gebruikt om de strengen in de richting van de klok te draaien over 360 graden (zie hieronder).

	DNA-molecuul	model
diameter	2 nm	0,65 m
helixtrede	3,4 nm	1,1 m
helixlengte	7,14 nm	2,30 m
helixlengte: diameter	3,57	3,53
helixtrede: diameter	1,7	1,7

Tabel 2. Maten en verhoudingen van een DNA-molecuul en het model.

Het model stelt een DNA-molecuul op een schaal van 320.000,000:1; dat wil zeggen, 320 miljoen keer zo groot als in werkelijkheid. Als we een volledig DNA-molecuul van de mens met ons model zouden willen uitbeelden, dan zouden we een dubbele helix krijgen van 640.000 km lang. Die zou 16 keer rond de evenaar passen.