

MEER OPTIECHTMAAKT

De afwezigheid van een bepaalde kleur wordt gecompenseerd door de aanwezigheid van andere kleuren. Dit wordt bereikt door de afwezigheid van bepaalde kleuren te compenseren met andere kleuren.

WELKOM

De afwezigheid van een bepaalde kleur wordt gecompenseerd door de aanwezigheid van andere kleuren. Dit wordt bereikt door de afwezigheid van bepaalde kleuren te compenseren met andere kleuren.

WELKOM

De afwezigheid van een bepaalde kleur wordt gecompenseerd door de aanwezigheid van andere kleuren. Dit wordt bereikt door de afwezigheid van bepaalde kleuren te compenseren met andere kleuren.

TOE WIS

De afwezigheid van een bepaalde kleur wordt gecompenseerd door de aanwezigheid van andere kleuren. Dit wordt bereikt door de afwezigheid van bepaalde kleuren te compenseren met andere kleuren.

TOE WIS

De afwezigheid van een bepaalde kleur wordt gecompenseerd door de aanwezigheid van andere kleuren. Dit wordt bereikt door de afwezigheid van bepaalde kleuren te compenseren met andere kleuren.

een ge-zonde kleur

ZIJN

De afwezigheid van een bepaalde kleur wordt gecompenseerd door de aanwezigheid van andere kleuren. Dit wordt bereikt door de afwezigheid van bepaalde kleuren te compenseren met andere kleuren.

ZIJN

De afwezigheid van een bepaalde kleur wordt gecompenseerd door de aanwezigheid van andere kleuren. Dit wordt bereikt door de afwezigheid van bepaalde kleuren te compenseren met andere kleuren.

1991 • Een gezonde kleur

ABC VAN ULTRAVIOLET LICHT

De afwezigheid van een bepaalde kleur wordt gecompenseerd door de aanwezigheid van andere kleuren. Dit wordt bereikt door de afwezigheid van bepaalde kleuren te compenseren met andere kleuren.

ABC VAN ULTRAVIOLET LICHT

De afwezigheid van een bepaalde kleur wordt gecompenseerd door de aanwezigheid van andere kleuren. Dit wordt bereikt door de afwezigheid van bepaalde kleuren te compenseren met andere kleuren.

RAKEN DOORE

De afwezigheid van een bepaalde kleur wordt gecompenseerd door de aanwezigheid van andere kleuren. Dit wordt bereikt door de afwezigheid van bepaalde kleuren te compenseren met andere kleuren.

RAKEN DOORE

De afwezigheid van een bepaalde kleur wordt gecompenseerd door de aanwezigheid van andere kleuren. Dit wordt bereikt door de afwezigheid van bepaalde kleuren te compenseren met andere kleuren.

DEELTWOE EEN

De afwezigheid van een bepaalde kleur wordt gecompenseerd door de aanwezigheid van andere kleuren. Dit wordt bereikt door de afwezigheid van bepaalde kleuren te compenseren met andere kleuren.

DEELTWOE EEN

De afwezigheid van een bepaalde kleur wordt gecompenseerd door de aanwezigheid van andere kleuren. Dit wordt bereikt door de afwezigheid van bepaalde kleuren te compenseren met andere kleuren.

WEEDEEN ALYPT WELZAL TEGEN

De afwezigheid van een bepaalde kleur wordt gecompenseerd door de aanwezigheid van andere kleuren. Dit wordt bereikt door de afwezigheid van bepaalde kleuren te compenseren met andere kleuren.

WEEDEEN ALYPT WELZAL TEGEN

De afwezigheid van een bepaalde kleur wordt gecompenseerd door de aanwezigheid van andere kleuren. Dit wordt bereikt door de afwezigheid van bepaalde kleuren te compenseren met andere kleuren.

vochtregulerende zonnemelk

Schutz faktor 12

De afwezigheid van een bepaalde kleur wordt gecompenseerd door de aanwezigheid van andere kleuren. Dit wordt bereikt door de afwezigheid van bepaalde kleuren te compenseren met andere kleuren.

vochtregulerende zonnemelk

Schutz faktor 12

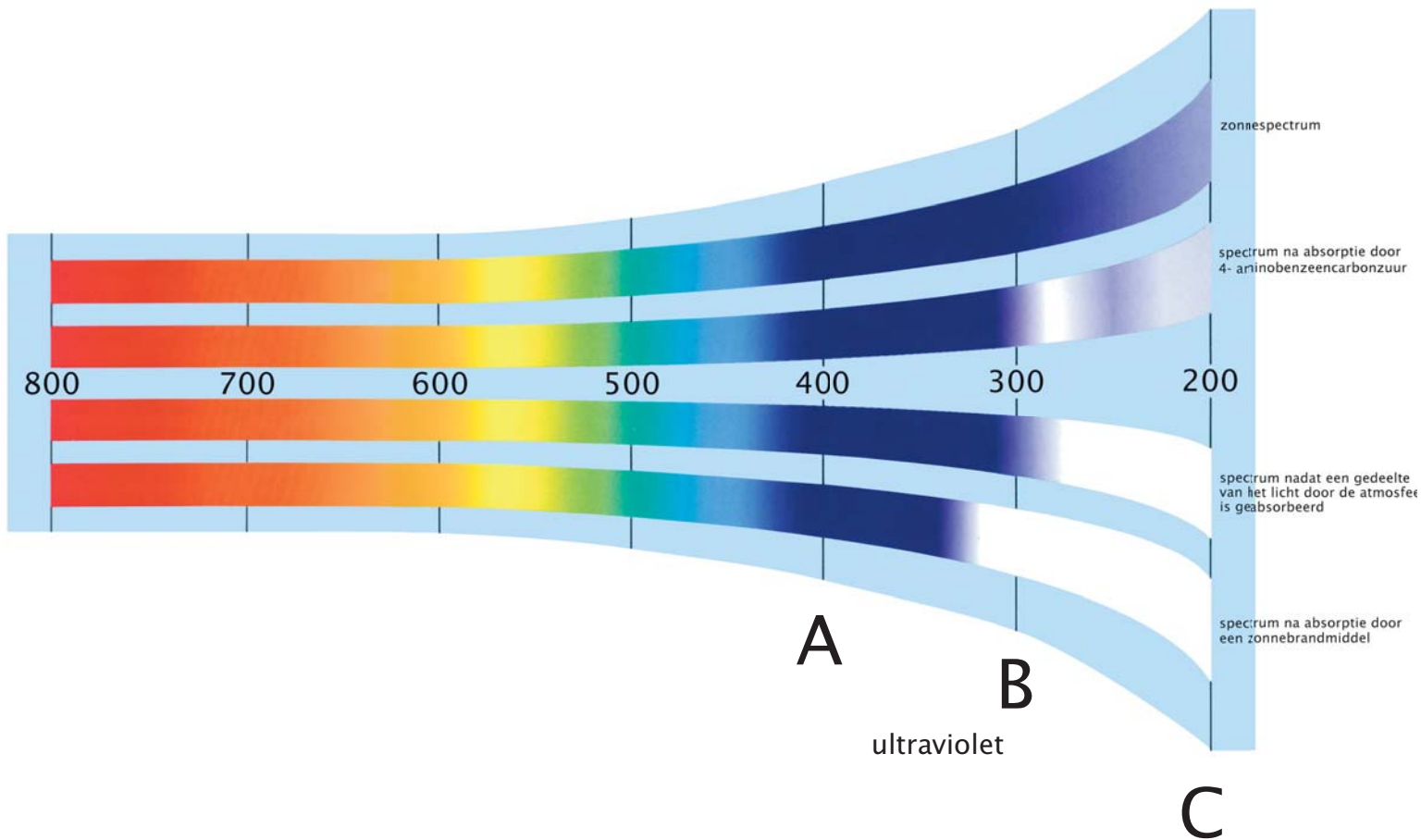


Na de zomervakantie zijn leerlingen en docenten meestal enkele tinten bruiner dan bij het einde van een schooljaar. Dat is dat te danken aan de ultraviolette straling van de zon. Het bruinkleuren van de huid is een scheikundig proces. Er wordt daarbij een stof, melanine, gevormd die ultraviolet licht kan absorberen, zodat de huid daarna niet zo snel meer verbrandt. Ook zonnebrandmiddelen bevatten stoffen die ultraviolette straling kunnen absorberen.

Tussen lichtblond en bruin

Er is geen fles zonnebrandmiddel of er staat een 'beschermingsfactor' op. Hoe hoger de beschermingsfactor van het middel waarmee je je ingesmeerd hebt, hoe langer je in de zon kunt liggen zonder te verbranden. Hoe meet een fabrikant eigenlijk hoe hoog de beschermingsfactor van een bepaald middel is? Daarvoor zijn volgens de voorschriften 20 proefpersonen nodig. Op de rug van deze mensen wordt het te testen middel aangebracht, en daarna gekeken hoeveel langer het duurt voordat het behandelde gebied net zulke verbrandingsverschijnselen vertoont als een onbehandeld gebied op dezelfde rug. De testmethoden zijn in Duitsland en in de VS niet geheel gelijk, zodat een Amerikaanse 'Sun Protection Factor' voor dezelfde stof soms wel 2 keer zo

hoog is als een Duitse 'Lichtschutzfaktor'. Niet iedereen heeft een zonnebrandmiddel met eenzelfde beschermingsfactor nodig. Wat het type huid betreft kun je in Europa drie soorten mensen onderscheiden. Het eerste type wordt het Ierse of Keltische type genoemd, met een erg lichte huid, blond of roodblond haar en zomersproeten. De huid van deze mensen vormt erg moeilijk melanine, zodat bij het zonnen blijvend een zonnebrandmiddel met hoge beschermingsfactor nodig is. Het tweede type mensen wordt het midden-europese type genoemd. Deze mensen hebben als ze gaan zonnen eerst een zonnebrandmiddel met middelmatige beschermingsfactor nodig, maar na twee weken in de zon is dat meestal niet meer nodig. Door de gevormde melanine, maar ook doordat de huidlaag waar die melanine-vormende cellen in zitten veel dikker wordt, zorgt de huid zelf voor een bescherming die uiteindelijk vergelijkbaar is met beschermingsfactor 40 of hoger. Het derde type is het mediterrane type: donker haar en een lichtbruine huid. Deze mensen hebben nauwelijks bescherming nodig tegen een normale hoeveelheid zonnestraling. Alleen als ze een lange Nederlandse winter zonder veel zon hebben meegemaakt en dan plotseling de hele dag gaan zonnebaden, kan het fout gaan.



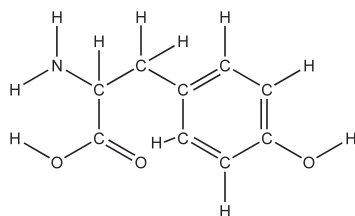
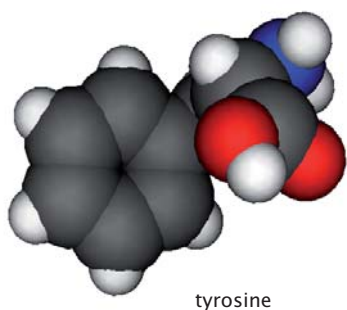
Het ABC van ultraviolet licht

Iedereen kent wel de kleuren van de regenboog. Deze kleuren zijn een bedenkfel van je hersenen om de verschillende golflengten van het licht goed te kunnen onderscheiden en te herkennen.

Voor andere golflengten dan die van het zichtbare licht, zijn geen 'kleuren' bedacht, want die kunnen je ogen niet zien. Voorbij het violet van het zichtbare licht, in het ultraviolet, is nog een onderverdeling gemaakt in drie denkbeeldige 'kleuren': ultraviolet A, ultraviolet B en ultraviolet C. In het kleurspectrum hiernaast zijn ze met een zichtbare kleur aangegeven, omdat een onzichtbare kleur nogal saai is. De onderverdeling in het ultraviolet is gemaakt, omdat de drie verschillende soorten ultraviolet licht elk een heel andere uitwerking op moleculen hebben.

Ultraviolet C heeft van de drie soorten ultraviolet de kortste golflengte, en is daarmee het meest energierijke ultraviolette licht. Het is in staat om van bijna elk molecuul een elektron uit een binding 'weg te slaan'. Daarbij wordt het licht geabsorbeerd, en valt het molecuul uit elkaar of gaat het reageren. Het ultraviolet C dat in zonlicht zit, wordt hoog in de atmosfeer geabsorbeerd, onder andere door zuurstof. De zuurstof splitst daardoor

in losse atomen die daarna met andere zuurstofmoleculen ozon vormen. Door dit proces ontstaat op ongeveer 25 km hoogte de ozonlaag. Ultraviolet B heeft een wat langere golflengte en is dus iets minder energierijk. Dit soort licht wordt alleen geabsorbeerd door moleculen met elektronen die wat minder vast gebonden zijn. Het bekendste voorbeeld is het zojuist door ultraviolet C gevormde ozon, voorzover dat niet inmiddels met andere stoffen is weggereageerd. Een gedeelte van ultraviolet B komt op aarde en kan bijvoorbeeld geabsorbeerd worden door moleculen van zonnebrandmiddelen. Ultraviolet A is nog minder energierijk, en komt vrijwel geheel door de atmosfeer heen op aarde terecht. Maar ook ultraviolet A kan met een aantal moleculen reageren. Om beschadigingen aan het netvlies te voorkomen wordt het in de ooglenzen bij mensen weggefilterd, zodat je ook ultraviolet A niet kunt zien. Sommige mensen die een staar-operatie hebben ondergaan kunnen, doordat de lens verwijderd is, wel ultraviolet A zien. Ook bijen en sommige andere insecten kunnen ultraviolet A zien. Daardoor kunnen bloemen die voor ons dezelfde kleur hebben er voor bijen allemaal verschillend gekleurd uitzien.



's Morgens valt het wel eens tegen...

Ultraviolet B heeft op de huid zowel positieve als negatieve uitwerkingen. Het bevordert de aanmaak van vitamine D, en het zorgt voor de vorming van melanine. Dit melanine wordt gemaakt doordat het ultraviolette licht een aantal enzymen (katalysatoren) aan het werk zet die uit het aminozuur tyrosine, via een aantal tussenstappen, uiteindelijk melanine maken. De ontwikkeling van een door melanine bruinegekleurde huid duurt een aantal dagen. De bruinkleuring blijft daarna tenminste een paar weken bestaan. Ultraviolet B dat niet door melanine of een zonnebrandmiddel wordt geabsorbeerd, kan tot verbrandingsverschijnselen leiden, en bij zeer langdurige en overdadige bestraling tot huidkanker.

Ultraviolet A heeft een iets andere uitwerking. Het zorgt ervoor, dat in de laatste reactiestap bij de vorming van melanine, het evenwicht tijdelijk naar rechts verschuift. Er ontstaat dan een kortdurende bruinkleuring, waarvan je 's avonds voor de spiegel zegt: ik ben aardig bijgekleurd, maar waarvan je 's morgens zegt: 't valt toch wat tegen.

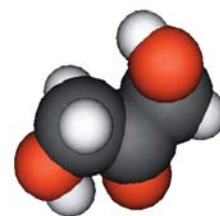
Jammer genoeg wordt de blijvende bruinkleuring door het zelfde soort ultraviolet veroorzaakt als de zonnebrand (allebei ultraviolet B). Een goed zonnebrandmiddel houdt dus niet alleen zonnebrand tegen, maar vertraagt ook de blijvende bruinkleuring. Als het goed is wordt de tijdelijke bruinkleuring nauwelijks vertraagd, zodat je in afwachting van het echte bruin, alvast tijdelijk bijkleurt.

Bakken zonder zon

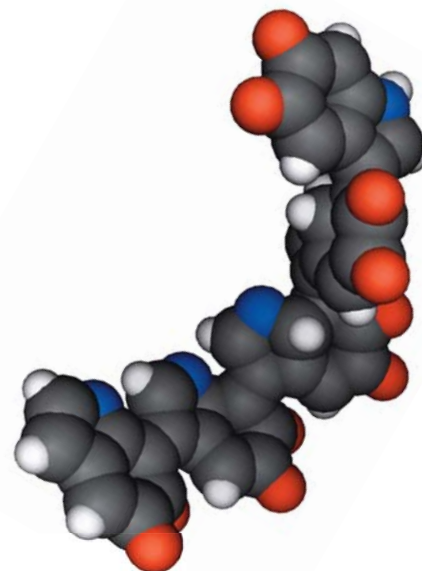
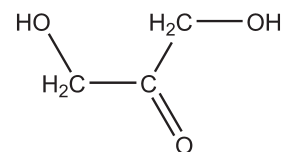
Behalve de zonnebrandmiddelen zijn er nog andere stoffen die in onze 'bruincultuur' gebruikt worden. Zo zijn er middelen die je kunt gebruiken om zonder zon bruin te worden. De stof die daar het meest voor wordt gebruikt is 1,3-dihydroxypropanon. Dit is eigenlijk een klein soort suikermolecuul. Deze stof wordt opgenomen door de bovenste laag van de huid en reageert met eiwitten uit de hoornlaag tot bruinegekleurde verbindingen. Scheikundig lijkt de reactie veel op de reactie van suikers met eiwitten bij hogere temperatuur tijdens het bakken van brood. Met stoffen als 1,3-dihydroxypropanon 'bak' je al bij gewone temperatuur. Als je op deze manier bruinegebakken bent, moet je wel goed bedenken dat je geen enkele bescherming tegen zonnebrand hebt, want de gevormde moleculen absorberen geen ultraviolet licht! De stof 1,3-dihydroxypropanon is op zichzelf vrij onschuldig, maar bij gebruik

moet je wel met een paar dingen rekening houden om geen onverwachte kleureffecten te krijgen. De bruinkleuringreactie treedt namelijk op in de allerbuitenste huidlaag, de hoornlaag. Waar die dik is, zoals in je handpalmen, krijg je een sterkere bruinkleuring. Het staat heel onnatuurlijk wanneer je handpalmen er donkerder uitzien dan de buitenkant van je hand (bekijk je eigen handen maar eens). Als je je vaak met deze zelfbruiner insmeert, moet je dat dan ook doen met plastic handschoenen aan of met een tissue, óf je moet je handen direct na het insmeren goed wassen. Verder moet je er rekening mee houden dat jeugdpuistjes door deze zelfbruiners wat duidelijker zichtbaar kunnen worden. Omdat op die plaatsen de hoornlaag een andere dikte heeft dan op de rest van de huid, zal er ook een andere kleur bruin ontstaan. Dat is precies het omgekeerde effect van bruinen met zonlicht: dan worden jeugdpuistjes juist minder.

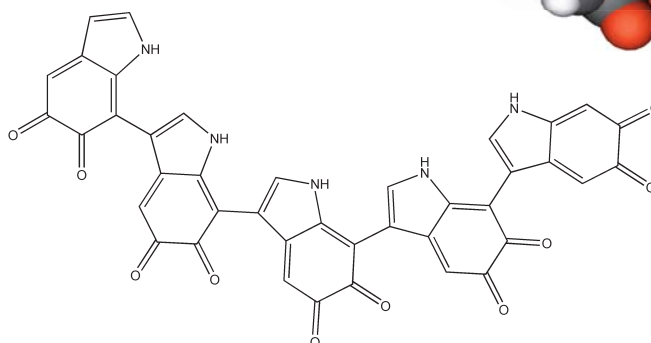
Nog heel andere kleureffecten, namelijk bruine en witte vlekken in je gezicht en op de rest van je lichaam, kun je als volgt krijgen. Je smeert je uitvoerig in met zelfbruiner, zodat je goed bruin bent als je in de zon komt. Dat wil zeggen, voor je vrienden en vriendinnen ben je mooi bruin, maar voor de zon ben je nog steeds bleek, want het 'broodkorstjesbruin' absorbeert vrijwel geen ultraviolet licht. Na een dagje aan het strand ben je dus goed verbrand. Een paar dagen later begin je te vervellen, en overal waar je verveld bent komt er een spierwitte huid onder te voorschijn. Immers, bij vervellen verlies je de hoornlaag. En omdat de 'zonder zon ingebakken' bruine kleur helemaal in die hoornlaag zit, krijg je een enorm kleurverschil. Bij gewoon vervellen is dat kleurverschil veel minder, want de huid is nog lang zo bruin niet, of er is al melanine gevormd in huidlagen die blijven zitten. Stoffen als 1,3-dihydroxypropanon worden niet alleen in zelfbruinmiddelen verkocht, maar worden ook in



1,3-dihydroxypropanon

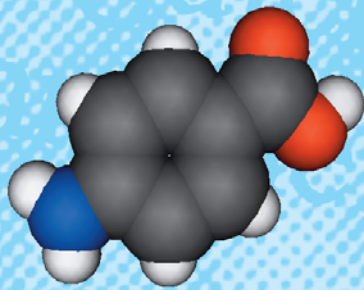


melanine

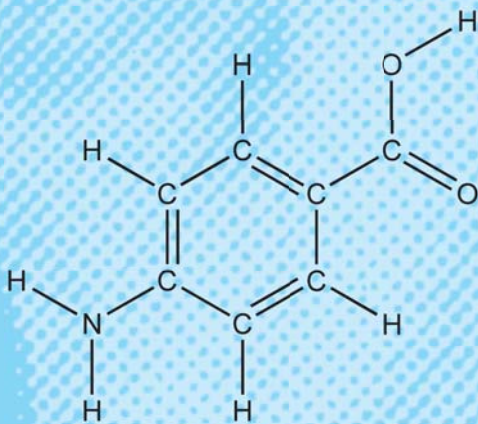


kleine hoeveelheden toegevoegd aan zonnebrandmiddelen en 'aftersun' om je het idee te geven dat je toch maar lekker bruin bent geworden van de zon. Overigens werkt deze kunstmatige bruining niet bij ongeveer een vijfde van de mensen. Waarom is nog niet duidelijk, maar zij worden alleen maar 'gewoon' bruin.

Een andere stof die gebruikt wordt om sneller bruin te worden, is het aminozuur tyrosine. Zoals al eerder gezegd, is dit de uitgangsstof voor de productie van melanine door de huid. Als je jezelf een paar dagen voordat je naar de Rivièra gaat met een dergelijk 'pre-tan' produkt insmeert, is het mogelijk dat de bruining daarna inderdaad iets vlugger verloopt. Omdat de melanine-vormende cellen onder de hoornlaag zitten, duurt het een paar dagen voordat de concentratie tyrosine ook op die diepte groter wordt. Pas dan komen de melanine-vormende cellen daar wat ruimer in hun grondstof te zitten. Of het echt werkt is trouwens nog de vraag. Als je het wilt weten, zit er niets anders op dan de ene helft van je lichaam in te smeren en de andere helft niet. Zie je er na een paar dagen aan de Rivièra uit als een clown, dan heb je een wetenschappelijk waardevol onderzoek gedaan; als er niets te zien is overigens ook.



4-aminobenzeencarbonzuur



Ongeзд bruin

Waarom is ultraviolet licht schadelijk en wat kan er gebeuren als je veel en lang in de zon ligt te bakken?

Pim Mager werkt op de afdeling biochemie van de Vrije Universiteit en houdt zich onder andere bezig met onderzoek aan DNA. Hem hebben we gevraagd hoe huidkanker kan ontstaan.

"Als je de invloed van ultraviolet licht wilt begrijpen, moet je eerst weten hoe een levende cel eigenlijk werkt. In een cel verlopen voortdurend allerlei scheikundige reacties, en de snelheid van elke reactie moet steeds aangepast worden aan de omstandigheden in die cel. Een voorbeeld is het aanmaken van melanine, in de winter ligt die reactie vrijwel stil, maar in de zo-

mervakantie moet de reactiesnelheid plotseling sterk opgevoerd worden. De gemakkelijkste manier om in het laboratorium reactiesnelheden te veranderen, is door temperatuurverandering. Je zult begrijpen dat deze methode in het lichaam niet te gebruiken is zolang je gehecht bent aan die comfortabele 37 °C. In het lichaam worden katalysatoren gebruikt, stoffen die reactiesnelheden sterk kunnen beïnvloeden. Deze katalysatoren worden enzymen genoemd. Elke reactie heeft een eigen enzym nodig, zodat je met de aanmaak van de goede enzymen alle reacties in een cel kunt besturen. Iedere cel heeft nu alleen nog een uitgebreide verzameling recepten nodig, hoe al die enzymen gebouwd moeten worden. Die recepten staan niet in een kookboek of op een CD-Rom, maar op een heel lang draadvormig molecuul, het DNA. Als je dit DNA nauwkeuriger bekijkt, lijkt het op een ontzettend lange wenteltrap.

Ultraviolet licht kan beschadigen aan dat DNA veroorzaken. Een veel voorkomende beschadiging is de vorming van een atoombinding tussen twee opeenvolgende treden van die wenteltrap, en wel tussen twee thyminegroepen. Daardoor trekken die treden helemaal scheef, en worden ook een aantal waterstofbruggen verbroken. Het recept dat op die plaats van het DNA beschreven is, is nu niet meer goed af te lezen, met als mogelijk gevolg dat een enzym gemaakt wordt dat niet goed werkt. Als dit een enzym is (of een ander regeleiwit) dat de groei en deling van cellen controleert, gaat de cel ongeremd delen en wordt een kankercel.

Gelukkig beschikken cellen over een correctiemechanisme voor dit soort DNA-fouten: enzymen die over het DNA patrouilleren op zoek naar beschadigingen. Daarna zorgen deze enzymen ervoor dat de gevonden fouten gerepareerd worden. Dit vermindert sterk de kans op ernstige gevolgen. Het enige waar je zelf op moet letten is dat je niet al te overdadig bruin bakt, want hoe meer DNA-



beschadigen je oploopt, hoe groter de kans dat er ergens een fataal foutje blijft zitten.”

Metten met ultraviolet licht

Kun je voorspellen welk soort ultraviolet licht wordt geabsorbeerd door een bepaalde stof, en kun je moleculen ook herkennen aan de golflengte van het geabsorbeerde licht? Deze vragen hebben we voorgelegd aan prof. Nel Velthorst, hoogleraar algemene en analytische chemie aan de Vrije Universiteit:

“Ultraviolet licht is zo energierijk dat sommige elektronen van hun plaats in een molecuul kunnen worden geslagen. Dat lukt niet bij elektronen die een gewone enkele binding verzorgen, maar wel bij elektronen van dubbele en drievoudige bindingen, en bij vrije elektronenparen die vaak bij zuurstof- en stikstofatomen voorkomen.

Als zo'n elektron van z'n plaats wordt geslagen, absorbeert het daarbij ultraviolet licht met een bepaalde energie of golflengte. De elektronen bij zuurstof in een stof als ethanal (CH_3CHO) zitten bijvoorbeeld niet zo erg vast: ultraviolet licht met een golflengte van 290 nm is voldoende om zo'n elektron uit z'n normale toestand te slaan. De elektronen in benzeen zitten al wat steviger: daar is licht met een golflengte van 254 nm voor nodig. Nog iets meer energie is nodig voor elektronen van een dubbele binding zoals in etheen: licht met een golflengte van 185 nm. De golflengte van het geabsorbeerde licht is sterk afhankelijk van hoe de rest van het molecuul er uit ziet, bij een toenemend aantal dubbele bindingen in een molecuul is de energie, nodig om een elektron uit de normale toestand te krijgen, lager, en dus de golflengte van het geabsorbeerde licht groter. Als je precies wilt meten welke golflengte wordt geabsorbeerd door een zonnebrandmiddel of een andere stof, moet je een zogenaamd 'ultraviolet spectrum' opnemen. Daarbij worden achtereenvolgens de verschillende golflengten van ultraviolet licht door de stof gestuurd en wordt de

hoeveelheid licht die doorgelaten wordt, met een lichtgevoelige cel gemeten. In de tekening zijn ultraviolet spectra van een aantal stoffen weergegeven, dat wil zeggen de mate van lichtabsorptie is uitgezet tegen de golflengte van het gebruikte licht. Je kunt zien dat 4-aminobenzeencarbonzuur (een veel gebruikte stof in zonnebrandmiddelen), en de genoemde zonnebrandproducten, ongeveer in hetzelfde golflengtegebied absorberen. Bij 290 nm absorbeert Ambre Solaire iets beter, bij 230 nm absorbeert Nivea beter. Dit laatste is voor de werking als zonnebrandmiddel niet zo belangrijk, omdat dit soort licht (ultraviolet C) al door de atmosfeer wordt geabsorbeerd.”

Is het nu ook mogelijk de zaak om te draaien en te zeggen dat als je een onbekende stof hebt en je meet nauwkeurig welke golflengte van het ultraviolette licht wordt geabsorbeerd, je de stof daaraan kunt herkennen?

Professor Velthorst: “Dat is niet zo eenvoudig. Er zijn handboeken waarin van een groot aantal stoffen het ultraviolet spectrum is afgebeeld. Bij vergelijking valt op dat deze spectra vaak erg brede pieken vertonen, en dat ze vaak veel op elkaar lijken. Dat is in de tekening duidelijk te zien bij Ambre Solaire en 4-aminobenzeencarbonzuur. De pieken zijn slechts over een klein golflengtegebiedje ten opzichte van elkaar verschoven. De hoogten verschillen weliswaar, maar dat is een kwestie van concentratie; wanneer de concentratie van 4-aminobenzeencarbonzuur wordt verhoogd, zullen de pieken ook hoger worden. Nee, voor herkennen van onbekende stoffen is deze methode niet echt geschikt. Daarvoor kan met veel meer succes gebruik worden gemaakt van golflengten aan de andere kant van het zichtbare licht, namelijk infrarood licht.”

