

# UV-stråling



# UV-stråling

© Kræftens Bekæmpelse og TrygFonden smba  
(TryghedsGruppen smba), august 2009.

Udvikling: SolData Instruments v/Frank Bason og  
Lisbet Schönau, Kræftens Bekæmpelse

Illustrationer: Maiken Nysom, Tripledesign

Layout: Anja Barfod Thorbek  
Projektledelse layout: Malene Frisendahl Mortensen

ISBN: 978-87-7064-096-1

Kræftens Bekæmpelses varenr.: 2195

Tak til: Steen Ellemose fra Grindsted Gymnasium,  
Erik Bruun Olesen fra Odense Katedralskole og  
Mads Hammerich fra Kolding Gymnasium samt  
deres elever for gennemprøvning af temaforløb og  
vejledninger. Paul Eriksen fra DMI for faglig sparring.

Kopiering af vejledningerne er tilladt.

UV-kufferten er et undervisningsmateriale til  
det naturvidenskabelige grundforløb i STX.  
Undervisningsmaterialet er udviklet som led i  
Kræftens Bekæmpelses og TrygFondens kampagne  
”Skrud ned for solen mellem 12 & 15”.

UV-kufferten med elev- og lærervejledninger  
kan bestilles på [www.skrunedforsolen.dk](http://www.skrunedforsolen.dk)  
UV-kufferten indeholder fire temaforløb med materialer  
til forsøg samt elevvejledninger plus en lærervejledning.  
Pris: 2.500 kr. ex moms og levering.



# UV-stråling

Stråling fra solen og andre lyskilder (f.eks. solarielys) indeholder usynlig, ultraviolet stråling (UV-stråling). UV-stråling kan udløse kemiske processer i mange forskellige materialer.

UV-stråling er vigtig for vores krop, idet der dannes D-vitamin i kroppen, når huden udsættes for UV-stråling. D-vitamin er nødvendigt for vores knogler og muskler.

Men UV-stråling kan også være skadeligt for kroppen. For meget UV-stråling øger nemlig din risiko for at få kræft i huden. Derfor er UV-stråling også med på Det Internationale Agentur for Cancerforsknings liste over kræftfremkaldende stoffer.

I dette forsøg skal du undersøge, hvilke materialer UV-stråling, specielt UVA-stråling, trænger igennem og i det hele taget blive klogere på den UV-stråling, som solen udsender.

## Om UV-stråling

UV-stråling er kortbølget stråling. UV-strålingens bølgelængde går fra 100 til 400 nanometer. (nm). Herefter følger det synlige lys i lysets spektrum med bølgelængder fra 400 til 800 nm. Det infrarøde lys (varmestråling) har bølgelængder over 800 nm.

## UV-strålingens tre typer

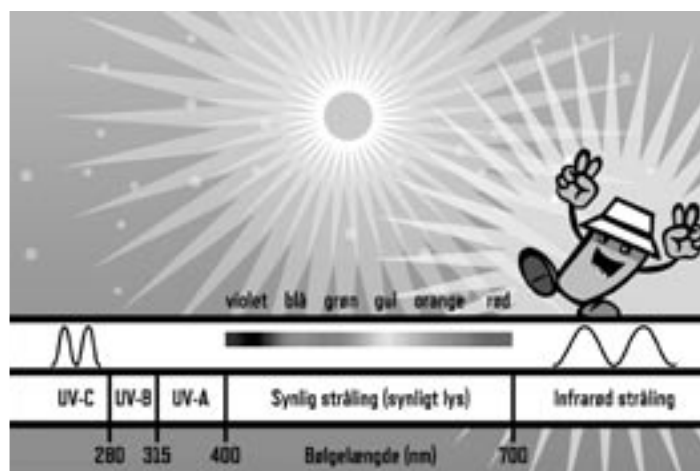
Den ultraviolette stråling opdeles i tre typer: UVA-, UVB- og UVC-stråling. Den stråling, der når ned til Jorden, indeholder UVA- og UVB-stråling, mens UVC-strålingen absorberes af ozonlaget.

Både UVA og UVB-stråling kan gøre huden rynket og ældet, give skader på øjnene, nedsætte immunforsvaret og give kræft i huden.

**Nanometer**  
En nanometer er en milliardtedel af en meter:  
 $10^{-9}$  meter.  
En nanometer er 80.000 gange mindre end diameteren af et menneskehår.



*Infrarød stråling fra solen kan vi mærke som varme i modsætning til UV-strålingen, som vi hverken kan se eller mærke. Billedet af fårene og huset er taget med infrarødt kamera. Det viser varmefordelingen, idet temperaturen i de lyse farver er varmest og de mørke koldest.*



**Figur 1.1**  
Bølgelængder for det ultraviolette lys går fra 100 til 400 nm. Herefter følger det synlige lys og det infrarøde lys.

# UV-stråling

**UVA-strålingen** går fra 315 til 400 nm. UVA-stråling kan blege maling og farvestoffer. Den medvirker til bruning af den pigment (melanin), som vi mennesker har i huden. UVA-stråling trænger dybt ned i huden og giver en hurtig bruning, som også forsvinder hurtigt. UVA-stråling kan gå gennem vinduesglas. Derfor kan man faktisk blive lidt brun bag en vinduesrude. For meget UVA-stråling giver især almindelig hudkræft og medvirker til modernærkekræft.

**UVB-stråling** går fra 280 til 315 nm. UVB-stråling aktiverer dannelsen af pigment (melanin), så huden kan blive brunet af UVA. UVB-stråling kan skade hudens celler og DNA-molekyler med risiko for at udvikle kræft i huden. UVB-stråling trænger ikke så dybt ned i huden og giver en farve, som først kommer efter et eller flere døgn, men til gengæld varer længere. For meget UVB-stråling øger især risikoen for at få den aggressive modernærkekræft.

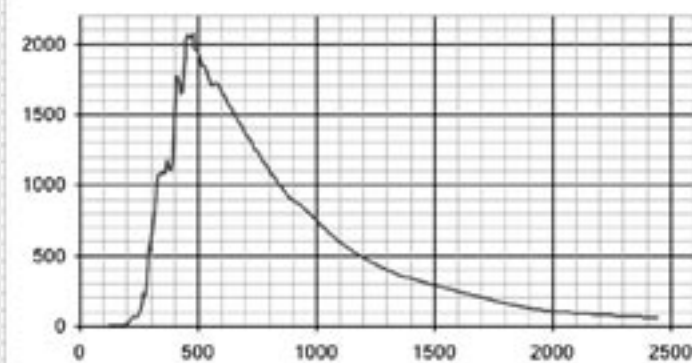
**UVC-stråling** har den korteste bølgelængde mellem 200 og 280 nm. UVC-stråling når sjældent ned til Jordens overflade, men absorberes af ilt og ozon i stratosfæren. Højt oppe i bjergene kommer der dog lidt UVC-stråling og tættere på polerne, hvor der er hul i ozonlaget, kan der også slippe UVC-stråling ned på Jorden. UVC-stråling kan give meget store skader på cellerne og føre til celledød.

## Solens UV-stråling

Uden for Jordens atmosfære udgør solens samlede stråling (irradians) ca.  $1367 \text{ W/m}^2$ . Heraf udgør den ultraviolette del af solens stråling ca. 8%.



**Figur 1.2**  
Solens UVB- og UVA-stråling rammer Jorden. UVC-strålingen absorberes af ozonlaget.



**Figur 1.3**  
Solens indstråling (spektrale irradians) uden for Jordens atmosfære fordelt efter bølgelængder. Kun ca. 8% er UV-stråling med bølgelængder under 400 nm.

# UV-stråling

Når solens stråler har passeret atmosfæren, er den samlede stråling (irradians) ca. 1000 W/m<sup>2</sup> på en klar dag midt på dagen. Heraf udgør UV-stråling kun omkring 2% til 5%. UV-strålingen udgør altså en ret lille del af solens samlede indstråling, men har alligevel stor virkning her på Jorden.

Graferne er tegnet for en typisk klar dag i Danmark med en solhøjde på ca. 42 grader. Denne solhøjde svarer for eksempel til solens højde på himlen i Danmark midt på dagen den 10. april eller 1. september.

Luftmassen er hhv. 1 og 1,5. Se temaforløbet om UV-index for en forklaring af dette begreb.

## Fotoner

Ultraviolet stråling består, som alt andet lys, af fotoner. Jo kortere bølgelængden  $L$  er, jo højere er fotonernes energi  $E$ . Denne energi afgives, når UV-strålingen absorberes i et materiale, f.eks. huden.

Måler vi bølgelængden  $L$  i nanometer (nm) og energi  $E$  i energienheden elektronvolt (eV) er sammenhængen følgende:

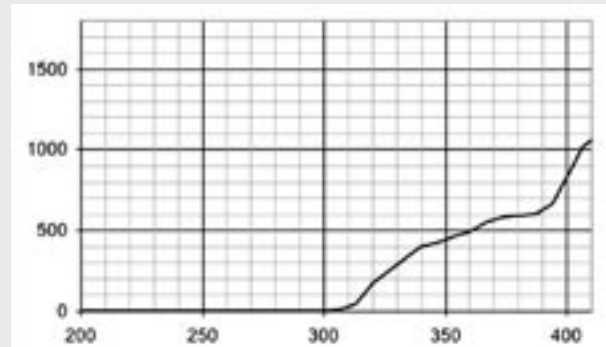
$$E(\text{eV}) = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{L(\text{nm})}$$

### Eksempel

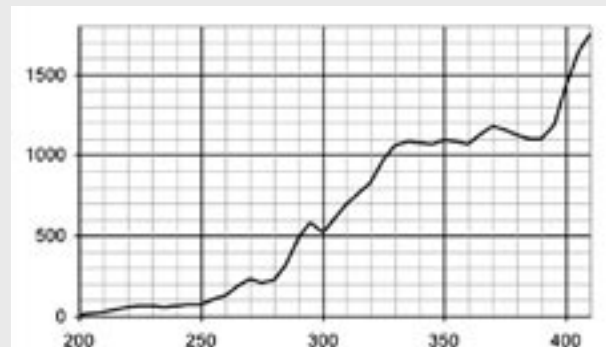
Rødt lys med en bølgelængde på 620 nm har en fotonenergi på  $1240/620 = 2$  elektronvolt. Det er ikke nok til at gøre skade på hudens DNA-molekyler.

**Fotonenergier kan være op til ca. 3 eV, før der er en skaderisiko for hudens DNA.**

## UV-spektrum inden for jordens atmosfære (luftmasse 1,5)



## UV-spektrum udenfor jordens atmosfære (luftmasse 0)



Figur 1. 4:  
Solens UV-spektrum før og efter den har passeret Jordens atmosfære. Bemærk, at UVC-stråling (100-280 nm) ikke går gennem atmosfæren, og at der kun er lidt UVB-stråling (280-315 nm) ved Jorden. Til gengæld er der en hel del UVA-stråling (315-400 nm) ved Jordens overflade.

### Opgave 1.1 – er UV-stråling skadelig for huden?

Beregn fotonenergien for UVB-stråling med  $L = 310$  nm. Er denne stråling skadelig for huden? Hvad med UVA-stråling?

# UV-stråling

## Måling af UV-stråling

I UV-kufferten finder du UV-perlerne, der skifter farve, når de belyses med UV-stråling. Derfor er de gode til at blive klogere på UV-stråling. Når du bruger perlerne, skal du sørge for, at temperaturen på UV-perlerne er omkring stuetemperatur, da UV-perlernes farveskift er afhængig af temperaturen.

Se [www.skrunedforsolen.dk/UV](http://www.skrunedforsolen.dk/UV) for en forklaring.

UVA-lampen, der også findes i UV-kufferten, gør det muligt at lave forsøg med UV-stråling i laboratoriet. Lad være med at kigge direkte i UV-strålingen og hold ikke lampen for tæt på huden i længere tid.



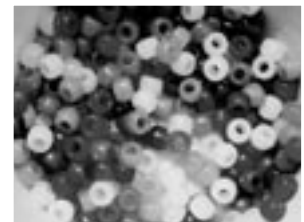
**UV-perlernes farveskift er afhængig af temperaturen.**

Se [www.skrunedforsolen.dk/uv](http://www.skrunedforsolen.dk/uv) for en forklaring.

## Forsøg 1.1 – UV-perler

Du skal afprøve UV-perlerne. Læg et antal UV-perler på bordet. Brug en flad bakke eller andet, så de ikke triller væk. Belys perlerne. Først med lys fra lommelygten, så med UVA-lampen. Læg mærke til perlernes farveskift. Efter nogle minutter uden UV-belysning, vender UV-perlerne tilbage til deres ufarvede tilstand. Belys igen, men afskærm perlerne fra UV-strålingen ved hjælp af UV-filmen, fra kufferten. Hvad sker der?

Kan du komme i tanker om, hvor man kan bruge UV-filmen?



**UV-perler skifter farve, når de belyses med UV-stråling. Derfor er de gode til at blive klogere på UV-stråling.**

## Forsøg 1.2 – UV-stråling og vand

Du skal undersøge, om UV-stråling kan trænge gennem vand.

Læg UV-perlerne i en UV-gennemsigtig plastikpose sammen med nogle sten eller lodder, der kan holde posen med perler på bunden af et vandkar. Forsøget kræver et vandkar, med en dybde på f.eks. 25 cm. og en UV-lampe eller UV-stråling fra solen. Fyld vand i karret og læg mærke til, hvordan farverne skifter ved forskellige dybder. Ved svag UV-stråling bliver perlerne pastelfarvede, mens de bliver stærkt farvede, når de udsættes for kraftig UV-belysning.

Diskuter, hvilken betydning det har, hvis du bader eller snorkler et sted med høj UV-stråling fra solen.

# UV-stråling

## UV-stråling renses vand i Afrika

En nødhjælpsorganisation, der arbejder i Kenya, rapporterer om en banebrydende metode, der kan redde især børn og ældre fra vandbårne sygdomme, som opstår ved at drikke bakteriefyldt vand. Metoden går ud på at fylde klare plastflasker med vand, og lægge dem vandret i solen i nogle timer midt på dagen. Solens UV-stråling trænger gennem vandet og dræber skadelige organismer. Vandflaskerne afkøles, hvis vandet skal bruges som drikkevand.

Prøv evt. at fylde en halv-liters plastikflaske med vand og tilsætte nogle UV-perler. Læg vandflasken vandret i solen og se, om perlerne skifter farve. Husk at forsyne vandflasken med et advarselsskilt, så vandet ikke drikkes!

## UV-stråling i solarier

Solarier udsender UV-stråling ligesom solen. UV-strålingen i solarier er dog mere koncentreret. Og den indeholder mere UVA-stråling end middagssolen, men mindre UVB-stråling.

I Danmark skal solarier følge EU-standarder for type, styrke og UV-stråling. Men der stilles ikke krav til inspektion og regulering af UV-strålingen. Derfor kan man ikke vide, præcis hvilken intensitet og hvilke bølgelængder det enkelte solarium udsender.

**Opgave 1.2:** Undersøg anbefalingerne omkring brug af solarium fra Sundhedsstyrelsen, Kræftens Bekæmpelse og Den Internationale Sundhedsorganisation WHO ved at søge på deres hjemmesider.

## UV-stråling og gennemsigtige materialer

Der findes gennemsigtige materialer, som synligt lys kan passere, men som den ultraviolette stråling ikke trænger igennem. Har du f.eks. tænkt på, om man kan blive solbrændt, hvis man sidder bag et vindue?

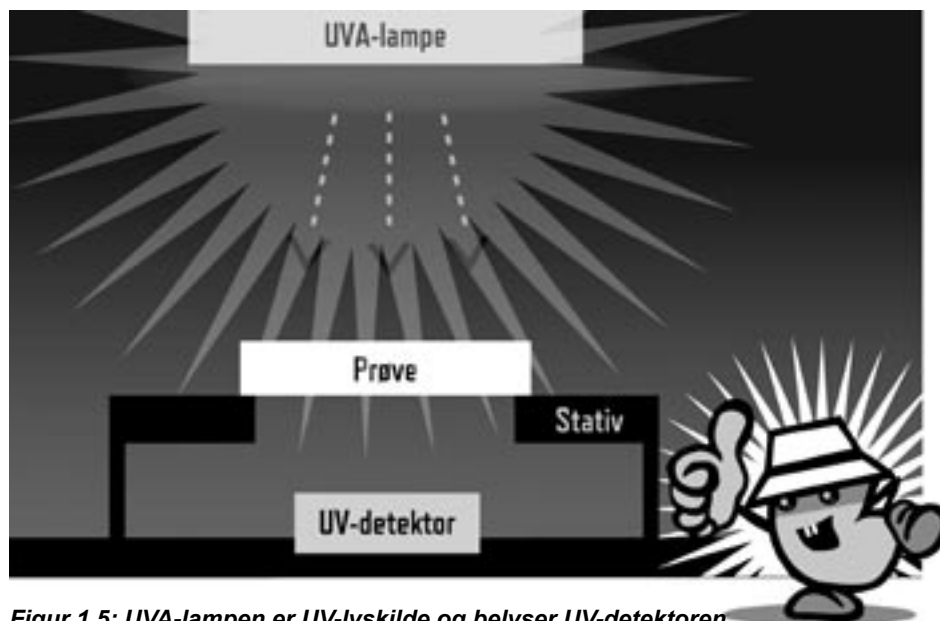


*Forsøget med UV-perlerne viser, at UV-stråling gennemtrænger vand og dermed kan bidrage til at sterilisere vandet.*

# UV-stråling

## Forsøg 1.3 – Hvad bremser UV-stråling?

Du skal undersøge forskellige gennemsigtige materialers evne til at stoppe UV-stråling. Brug denne opstilling:



*Figur 1.5: UVA-lampen er UV-lyskilde og belyser UV-detektoren (UV-perlerne). Mellem kilden og UV- detektoren skal du lægge de materialer, som du vil undersøge.*

**I UV-kufferten er der nogle gennemsigtige forsøgsmaterialer, som du kan eksperimentere med:**

- almindelig glasplade
- almindelig plastfilm
- UV-film

**Du skal også eksperimentere med andre materialer.**

**For eksempel:**

- brilleglas, der ofte har UV-beskyttelsesfilter
- en glasplade med en dråbe solcreme, der er glattet ud over hele glaspladen i et tyndt lag (Tykkelsen kan findes ved vejning af glaspladen før og efter.)
- solbriller
- andet, som du selv finder på

Du skal udføre eksperimenterne i et mørkt lokale.

Det kan være tidsbesparende at have flere hold gennemsigtige UV-perler parate, så du ikke skal vente på, at belyste perler mister farverne mellem forsøgene.