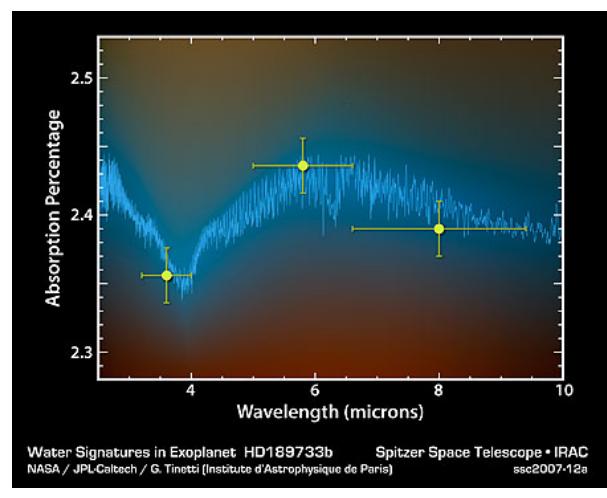


Experiment: Wasser als Infrarot-Barriere

Information – Astronomie

Wasser ist eines der häufigsten Moleküle im Universum. Dies ist insofern nahe liegend, weil sein wesentlicher Bestandteil Wasserstoff schon kurz nach Urknall entstand. Der noch nötige Sauerstoff musste aber erst in Sternen fusioniert werden.

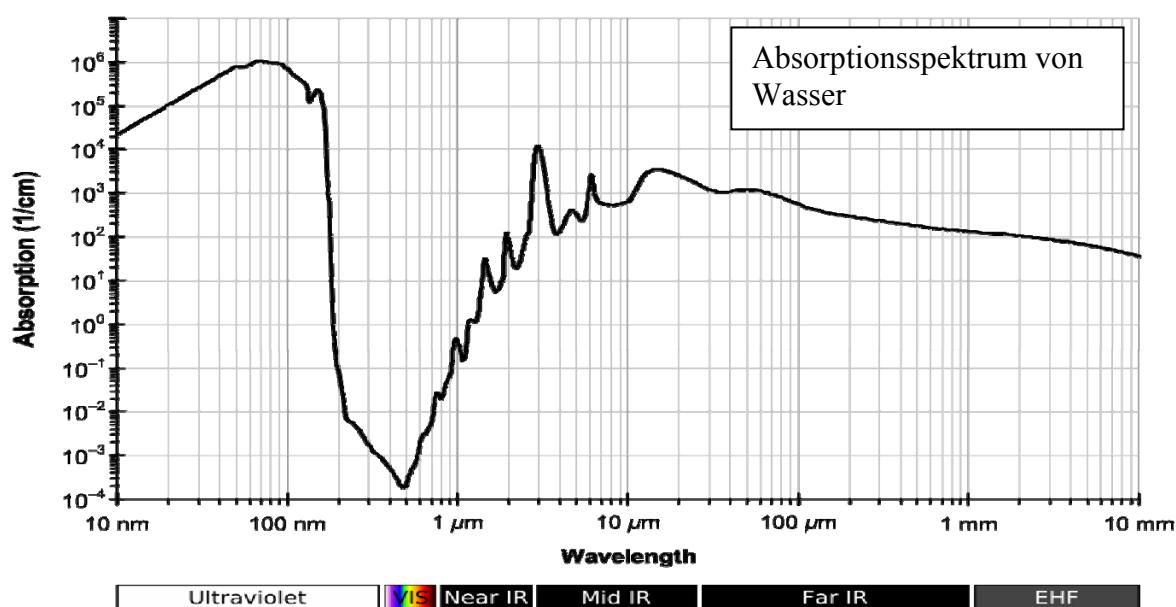
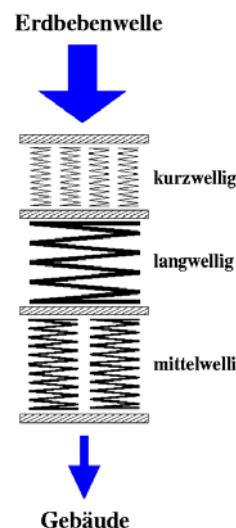
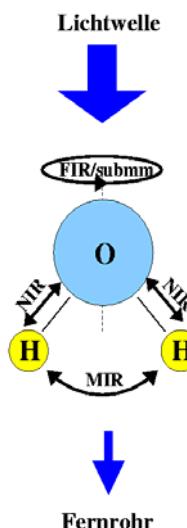
Das Baustofflager für Himmelskörper der nächsten Generationen enthält ab diesem Zeitpunkt auch Wasser – den Quell des Lebens, wie wir heute wissen. Im Bild rechts sieht man das IR-Spektrum eines Exoplaneten, das Hinweise auf Wasser enthält.



Information – Physik

Im IR-Bereich sind es vor allem die Schwingungen zwischen Molekülatomen, die zur Emission oder Absorption von Strahlung führen.

Das Wassermolekül ermöglicht aufgrund seines Aufbaus viele verschiedene Schwingungsmoden. Jede mögliche Schwingung entzieht der einfallenden Strahlung bei der entsprechenden Anregungsfrequenz Energie. Dehnungsschwingungen zwischen den H-Atomen und dem O-Atom im Wassermolekül bewirken eine Absorption im Nahen Infrarot (NIR), Biegeschwingungen sind für Frequenzen empfindlich, die im Mittleren Infrarot (MIR) liegen, und Übergänge zwischen Rotationszuständen des gesamten Moleküls absorbieren im Fernen Infrarot (FIR).



Experimente und Aufgaben

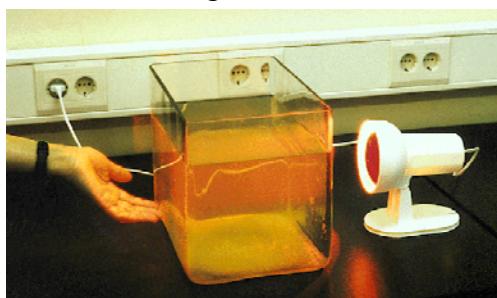
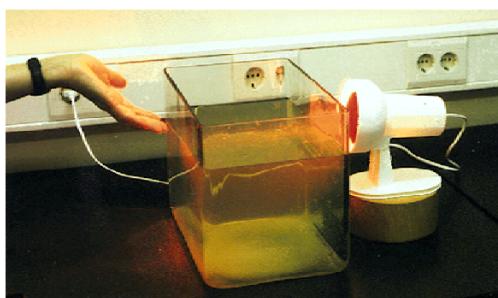
Hilfsmittel

- Rotlichtlampe
- Aquariumsbecken halb mit Wasser gefüllt
- Thermometer, Uhr

Experiment

Betrachte eine IR-Lampe durch ein halb mit Wasser gefülltes Becken zum einen durch den wassergefüllten den zum anderen durch den luftgefüllten Teil.

Verwende im zweiten Teil des Experiments die Hand als Detektor für den IR-Teil der Lampenstrahlung. Halte die Hand ebenso erst hinter den Wassergefüllten und dann hinter den luftgefüllten Teil des Beckens. Stelle deine Beobachtungen übersichtlich in einer Tabelle dar.



	Sichtbares Licht (Wahrnehmung mit den Augen)	Fühlbares Licht (MIR) (Wahrnehmung mit der Hand)
Luft		
Wasser		

Aufgabe 2

Versuche mit Hilfe der Messung des Temperaturanstiegs (in z. B. 5 min) abzuschätzen, wie viel Strahlungsenergie der IR-Lampe durch das Wasser ($c = 4,183 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) entzogen wurde.

Aufgabe 3

Führe eine Analogiebetrachtung durch zwischen dem Wassermolekül und einem mechanischen Dämpfungselement, wie es z. B. zum Erdbebenschutz von Gebäuden eingesetzt wird (siehe Info-Kasten). Ordne dazu auch die Größe der Federkonstante zu (groß / klein).

	Lichtwelle und Wassermolekül	Erdbebenwelle und Dämpfungselement
Kurzwellig		
Mittelwellig		
langwellig		

Ergebnisse

Experiment

	Sichtbares Licht (Wahrnehmung mit den Augen)	Fühlbares Licht (MIR) (Wahrnehmung mit der Hand)
Luft	Gut sichtbar	Wärmewirkung fühlbar
Wasser	Fast so gut sichtbar wie durch Luft	Wärmewirkung nicht mehr fühlbar

Aufgabe 1

z. B. für 5 l Wasser

$$E = m \cdot c \cdot \Delta T = 5 \text{ kg} \cdot 4,183 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot \Delta T = \dots$$

Welcher Anteil der elektrischen Energie wird zum Erwärmen des Wassers aufgebraucht?

Aufgabe 3

Für (harmonische) Feder gilt: $T \sim \frac{1}{\sqrt{D}}$ (T ... Schwingungsdauer, D ... Federkonstante)

	Lichtwelle und Wassermolekül	Erdbebenwelle und Dämpfungselement
kurzwellig	Dehnungsschwingungen	Feder mit großer Federkonstante D (harte Feder)
mittelwellig	Biegeschwingungen	
langwellig	Drehschwingungen bzw. Drehungen	Feder mit kleiner Federkonstante D (weiche Feder)