

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/30117> holds various files of this Leiden University dissertation

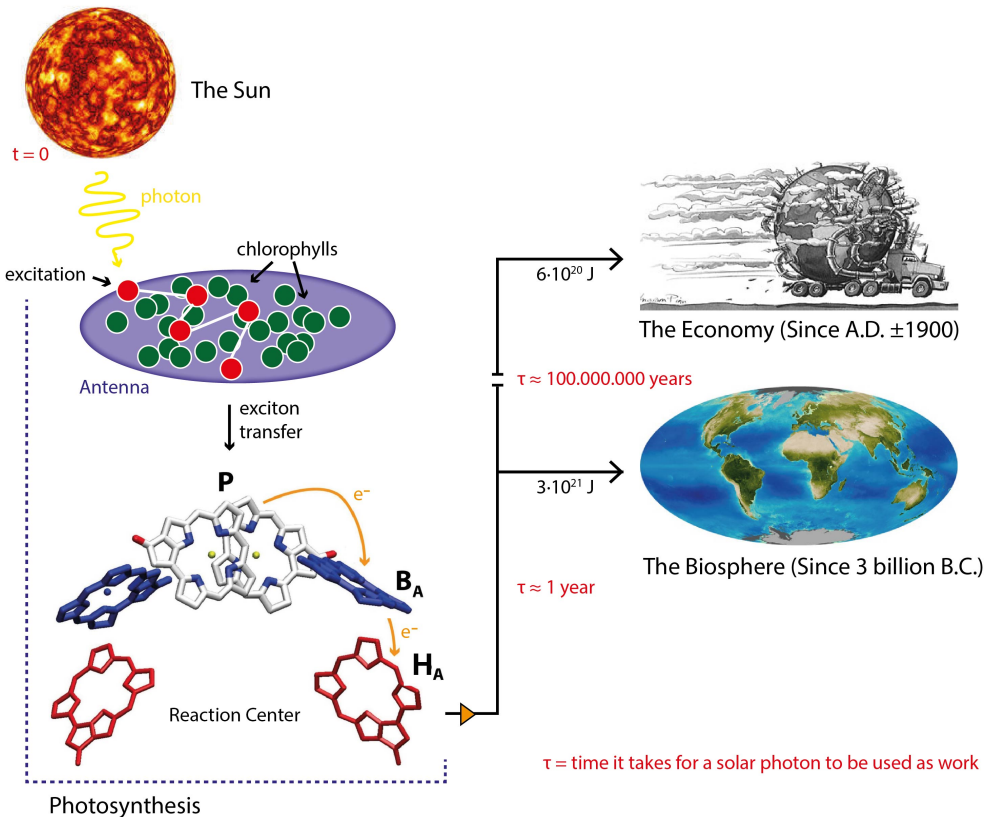
Author: Eisenmayer, Thomas J.

Title: Coherent dynamics in solar energy transduction

Issue Date: 2014-12-15

Samenvatting

De aanleiding voor dit werk is het energievraagstuk dat hieronder schematisch is weergegeven. De zon voorziet de economie en alle levenden organismen genaamd biosfeer van energie uit licht.¹ De omzetting van zonlicht naar elektrische potentiaal is de cruciale conversiestap in dit proces en wordt uitgevoerd door de fotosynthese. Honderd miljoen jaar nadat straling de zon heeft verlaten wordt het in de economie gebruikt als nuttige arbeid. De biosfeer bewerkstelligt hetzelfde in één jaar.



¹Kernenergie daargelaten

Het tijdsgewricht waarbinnen dit energievraagstuk vorm begon te krijgen (A.D.±1900) is ook de periode dat de eerste ontdekkingen werden gedaan op het gebied van de fundamentele fysische theorie die licht en materie beschrijft, de Quantummechanica. De toevoeging quantum aan de klassieke Newtoniaanse mechanica duidt op het feit dat zowel licht als materie zijn opgebouwd uit quantumtoestanden die geen klassiek continuüm beslaan. Vreemd genoeg kan een quantumstelsel zich tegelijkertijd in verschillende toestanden bevinden genaamd een *superpositie*. Zonlicht is opgebouwd uit energiepakketjes, fotonen, die alleen geabsorbeerd worden wanneer het verschil in energie tussen twee quantumtoestanden van materie exact overeenkomt met de energie van het foton. Gegeven dat materie bestaat uit positieve kernen en negatieve electronen kan de resulterende toestand, het zogenaamde exciton, worden gezien als een positieve kern met daaromheen een negatief electron in een hogere energietoestand.

Een dergelijk exciton kan niet worden gebruikt om een elektrische stroom te genereren. Het negatieve electron en de positieve kern zijn zodanig sterk aan elkaar gekoppeld dat het exciton snel terugvalt naar de initiële toestand door een lichtfoton te emitteren. De uitdaging ligt in het transformeren van het exciton naar een nieuwe quantumtoestand waarbij het electron ruimtelijk is gescheiden van de positieve kern, een zogenaamde ladingsgescheiden toestand.² Omdat kernen veel zwaarder zijn dan electronen wordt hun beweging in de regel buiten beschouwing gelaten. De fundamentele stellingname in dit proefschrift is dat de beweging van de kernen de efficiëntie van zonne-energie-transductie bepaalt. Kernbewegingen worden *coherent* genoemd wanneer zij een superpositie van quantumtoestanden induceren. De fotosynthese gebruikt specifieke kernbewegingen om zonlicht efficiënt om te zetten in bruikbare energie (**Hoofdstukken 3 en 4**). De voorwaarden voor dergelijke kernbewegingen om een superpositie te induceren is *resonantie*, de kernbeweging moet een energie bezitten die gelijk is aan het energieverval tussen de twee quantumtoestanden. Indien aan deze voorwaarde wordt voldaan kruisen de energieën van de twee toestanden elkaar periodiek waardoor de begintoestand gelijdelijk in de eindtoestand wordt omgezet (**Hoofdstuk 5**).

Samenvattend, er zijn quantumtechnologieën mogelijk voorbij de bestaande grenzen voor de efficiëntie van zonne-energie. Zulke technologieën kunnen bijdragen aan een brede toegankelijkheid van betaalbare energie.

²Deze toestand kan gebruikt worden om een elektrisch circuit aan te leggen om de economie ('de weerstand') direct uit zonlicht van energie te voorzien.