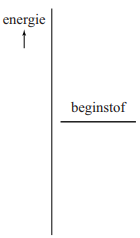
# Leerkaart 1. Energie

|  |
| --- |
| **Bruin worden van appels**  Waarom wordt een geschilde appel bruin? Nathalie zoekt het uit en  Vindt op de website van Food-info: De kleur wordt veroorzaakt door het bruine pigment melanine. Melanine wordt gevormd uit zogenoemde Polyfenolen. Polyfenolen zijn stoffen die fenolgroepen bevatten. De Structuurformule van fenol is hieronder weergegeven:    De kleurreactie wordt gekatalyseerd door het enzym fenolase en kan als volgt vereenvoudigd worden weergegeven: |

1. Leg uit welk effect het enzym heeft op de geactiveerde toestand van reactie 1.
2. Geef het energiediagram van reactie 1. Vermeld in het diagram de namen van de beginstoffen, de naam van het reactieproduct en geeft de overgangstoestand aan. Ga ervan uit dat reactie 1 exotherm is.

**UITWERKBIJLAGE**



|  |
| --- |
| Het ammoniak wordt in de bodem omgezet tot salpeterzuur, doormiddel van een chemische reactie. Hierdoor worden arme zandgronden zoals op de Ginkelse Heide snel zuurder. Strooien van gemalen schelpen verbetert de zuurgraad volgens het artikel. |

1. Leg uit wat er wordt bedoeld met “het verbetert de zuurgraad”?
2. Waarom zou men de schelpen fijnmalen?

|  |
| --- |
| Het gevormde zuur wordt in een kalkrijke bodem nog wel geneutraliseerd. Kalk is voornamelijk calciumcarbonaat. |

1. Geef de neutralisatiereactie in een vergelijking weer.

|  |
| --- |
| De bruinkleuringsreactie vindt plaats doordat bij het snijden van appels plantencellen kapot gaan. Nathalie zoekt naar methodes om de bruinkleuring te voorkomen. Deze methodes berusten onder andere op de remming van de enzymwerking op het ‘wegnemen’ van zuurstof. Zo is bekend dat koelen en toevoegen van citroensap of suiker de bruinkleuring remmen. Nathalie gaat aan de slag. Ze snijdt appels in partjes en verdeelt ze in vier porties. In tabel 1 zijn haar experimenten samengevat. |

1. Geef een verklaring voor de beide waarnemingen bij experiment 1.

|  |
| --- |
| Appelbomen zetten tijdens de fotosynthese lichtenergie om tot chemische energie. De vergelijking van deze reactie is hieronder weergegeven: |

1. Bereken hoeveel joule lichtenergie nodig is voor de vorming van een mol glucose (bij T=298 K en p = p0). Maak hierbij gebruik van Binas-tabel 57 en gebruik de vormingswarmte van glucose: -12,74∙105 J mol-1.

# Leerkaart 2. Energie

|  |
| --- |
| **Power-to-gas**  Windmolens en zonepanelen produceren soms meer stroom dan via het  elektriciteitsnet kan worden afgenomen. Door gebruik te maken van  ‘power-to-gas’-techniek kan deze energie worden opgeslagen.  De elektrische energie wordt dan omgezet tot chemische energie die in  de vorm van een brandbaar gas wordt opgeslagen. Deze techniek is in  onderstaand tekstfragment beschreven.  **Tekstfragment**  1 Met behulp van (groene) stroom kan water worden ontleed tot  2 zuurstof en waterstof. Waterstof is een grondstof voor de chemische  3 industrie en kan dienen als energiebron voor brandstofcelvoertuigen.  4 Ook kan waterstof door reactie met koolstofdioxide worden omgezet  5 tot methaan. Deze reactie wordt methanisering genoemd. Het  6 geproduceerde methaan kan worden ingevoerd in het aardgasnet of  7 - in vloeibare of samengeperste vorm – worden gebruikt als brandstof  8 voor bijvoorbeeld auto’s. De zuurstof die bij de elektrolyse ontstaat, kan  9 worden gebruikt in een vergassingsinstallatie, waarin biomassa wordt  10 vergast tot ‘synthesegas’: een mengsel van koolstofmonoöxide en  11 waterstof. Hierbij ontstaat ook een beperkte hoeveelheid koolstofdioxide,  12 die wordt gebruikt voor de methanisering. Synthesegas is een  13 waardevolle grondstof voor de chemische industrie. |

1. Geef de reactievergelijking van deze elektrolyse (regels 1 en 2).
2. Geef aan of de elektrolyse een endotherm of een exotherm proces is. Licht je antwoord toe aan de hand van een gegeven in het tekstfragment.
3. Maak op de uitwerkbijlage (volgende pagina) het energiediagram van de elektrolyse af. Noteer daarin, met de bijbehorende bijschriften, het energieniveau van de geactiveerde toestand en het energieniveau van de reactieproducten.

|  |
| --- |
|  |

|  |
| --- |
| Bij de methanisering (regels 4 en 5) wordt waterstof exotherm omgezet tot methaan volgens:    Dit proces kan versneld worden door het licht te verwarmen. |

1. Bereken voor deze methanisering de reactiewarmte in J per mol H2 onder standaard omstandigheden.
2. Leg uit aan de hand van het botsende deeltjesmodel waarom verwarmen de reactiesnelheid verhoogd.

# Leerkaart 3. Energie

|  |
| --- |
| Onderzoekers van het Europese onderzoeksproject Solar-Jet zijn erin geslaagd om met behulp van kunstmatig zonlicht koolstofdioxide en water om te zetten tot syngas. Syngas is een mengsel van de gassen CO en H2. Vervolgens is het syngas met behulp van een katalysator omgezet tot kerosine. Kerosine is een vliegtuigbrandstof die voornamelijk bestaat uit koolwaterstoffen met 6 tot 16 koolstofatomen.  Het doel van het Solar-Jet-project is het ontwikkelen van een proces waarbij op duurzame wijze vliegtuigbrandstof kan worden gemaakt met behulp van zonlicht. Dit is in figuur 1 schematisch weergeven.    Bij de verbranding van koolwaterstoffen ontstaat koolstofdioxide. De  uitstoot van koolstofdioxide heeft een ongewenst effect op het klimaat. |

1. Geef de naam van dit ongewenste effect. (Dit is een “bonus” vraag die bij 9.3 + 9.4 hoort.)
2. Leg uit dat het gebruik van Solar-Jet-Kerosine **niet** bijdraagt aan dit ongewenste effect. (Ook een bonus vraag ;))

|  |
| --- |
| Syngas kan worden geproduceerd door een mengsel van koolstofdioxide en water sterk te verhitten en vervolgens snel af te koelen. De reactie die hierbij verloopt is hieronder weergegeven. Dit is echter geen veilige methode, omdat een gevaarlijk gasmengsel ontstaat.  CO2 (g) + H2O (l) 🡪 CO (g) + H2 (g) + O2 (g) |

1. Bereken de reactiewarmte in J voor de vorming van een mol CO volgens bovenstaande vergelijking. Maak hierbij gebruik van Binas-tabel 57.

|  |
| --- |
| Het maken van syngas gaat in twee stappen:  **Stap 1:** De reactiekamer wordt met kunstmatig zonlicht verhit tot 1600 °C. Hierdoor treedt een reactie op, waarbij een deel van de cerium(IV)ionen wordt omgezet tot cerium(III)ionen en een deel van de oxide-ionen tot zuurstofmoleculuen. Deze reactie is endotherm. De vrijgekomen zuurstof wordt met argon uit de reactor verdreven.  **Stap 2:** De reactor wordt gekoeld tot 900 °C en gevuld met een mengsel van koolstofdioxide en water. Dit mengsel reageert exotherm met cerium(III)oxide (Ce2O3) tot syngas en cerium(IV)oxide (CeO2). Het syngas wordt afgetapt, waarna stap 1 weer kan plaatsvinden.  Door het Solar-Jet-proces wordt lichtenergie opgeslagen als chemische energie in de vorm van syngas. Dit proces is in figuur 3 schematisch in één energiediagram weergegeven.    Uit figuur 3 blijkt dat het energieniveau van de stoffen na stap 2 tussen het energieniveau van de stoffen na stap 1, en het energieniveau van de beginstoffen in ligt. |

1. Licht de onderlinge ligging van deze energieniveaus toe met behullp van de beschrijving van het Solar-Jet-Proces.

Noteer je antwoord als volgt:

Het energieniveau van de reactieproducten van stap 2 ligt:

* Lager dan het energieniveau van de reactieproducten van stap 1 omdat:….
* En hoger dan het energieniveau van de beginstoffen omdat:…

|  |
| --- |
| De onderzoekers hebben verschillende soorten poreus cerium(IV)oxide getest. Een bepaalde soort cerium(IV)oxide (soort X) is zowel poreus op millimeterschaal (figuur 4a) als op micrometerschaal (de uitsnede in figuur 4b). Een andere soort cerium(IV)oxide (soort Y) is allen poreus op millimeterschaal.    Wanneer soort X wordt gebruikt is de reactiesnelheid tijdens stap 2 veel hoger dan wanneer soort Y wordt gebruikt. |

1. Leg uit aan de hand van het botsende-deeltjes-modle waarom de reactienslheid van stap 2 bij gebruik van soort X hoger is.

|  |
| --- |
| De onderzoekers hebben berekend dat bij hun onderzoek slechts 1,7% van de zonne-energie is vastgelegd in de chemische energie van syngas. Dit lijkt erg weinig, maar de onderzoekers beweren dat de opbrengst van het Solar-Jet-proces verhoogd kan worden door terugdringen van het energieverlies. |

1. Geef twee maatregelen die het energieverlies in het Solar-Jet-Proces kunnen beperken.