

CELLEN

Pearson – Basisboek biologie
VWO Hoofdstuk 2
Linda Grotenbreg (MSc.)

Stofwisseling: assimilatie en dissimilatie

CELLEN

VRIJE EN GEBONDEN ENERGIE

- Energie kan voorkomen als:
 - Vrije energie – kinetische energie (warmte, beweging, licht, elektrische stroom, geluid)
 - Gebonden energie – potentiële energie (opgeslagen energie)
- Toevoeging van vrije energie kan gebonden energie vormen:
 - Gebonden energie → vrije energie → gebonden energie →..... → vrije energie en warmte (gaat voor de gebruiker verloren)
- **Wet van behoud van energie:** bij alle omzettingen van de ene energievorm in de andere blijft de totale hoeveelheid energie gelijk

VRIJE EN GEBONDEN ENERGIE

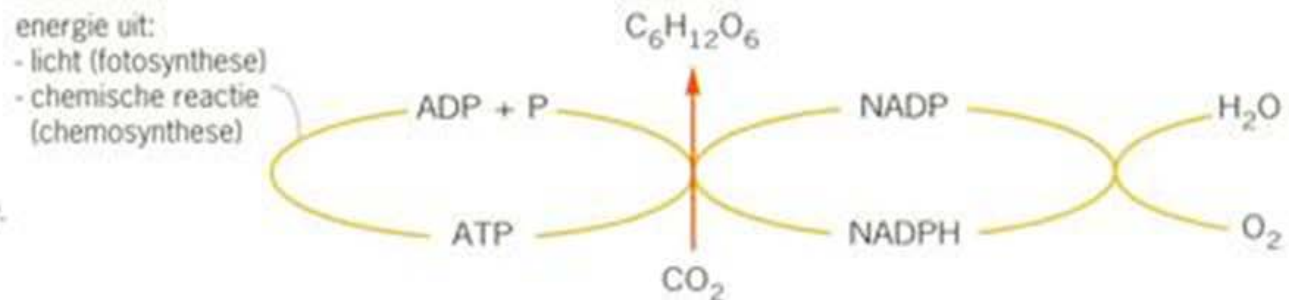
- Vrije energie kan worden gebonden in chemische verbindingen – in organische stoffen = chemische energie
- **Endotherme reactie** = beginstoffen reageren met elkaar tot eindproduct door toevoeging van warmte, licht, elektriciteit (vrije energie) – er is vrije energie nodig!
 - Het eindproduct bevat meer chemische energie dan de beginstoffen afzonderlijk
- **Exotherme reactie** = beginstoffen reageren met elkaar tot eindproduct waar energie bij vrij komt in de vorm van warmte, licht, geluid (vrije energie) – er komt vrije energie vrij!
 - Het eindproduct bevat minder chemische energie dan de beginstoffen afzonderlijk

ASSIMILATIE EN DISSIMILATIE

- **Metabolisme** = het geheel van chemische processen in de cellen van een organisme
- **Assimilatie** (anabolisme) = opbouw van organische moleculen uit kleinere (anorganische) moleculen
 - Hiervoor is vrije energie nodig
- **Dissimilatie** (katabolisme) = afbraak van organische moleculen in kleinere (anorganische) moleculen
 - Hier komt energie bij vrij, dit kan gebruikt worden voor andere cel processen
 - Dissimilatie met zuurstof = verbranding

ASSIMILATIE EN DISSIMILATIE

- **Koolstofassimilatie** = vorming van glucose uit anorganische koolstofdioxide en water met behulp van vrije energie
 - Autotrofe organismen (cyanobacteriën en planten) gebruiken zonlicht voor koolstofassimilatie



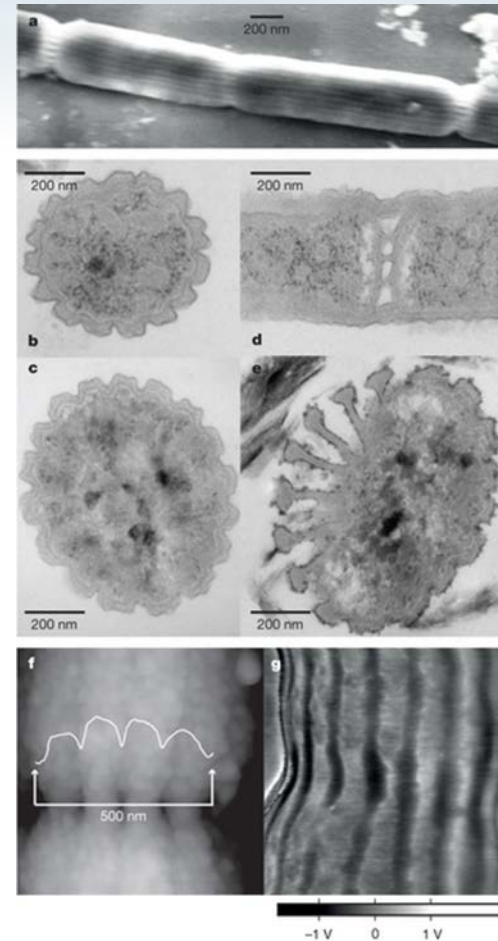
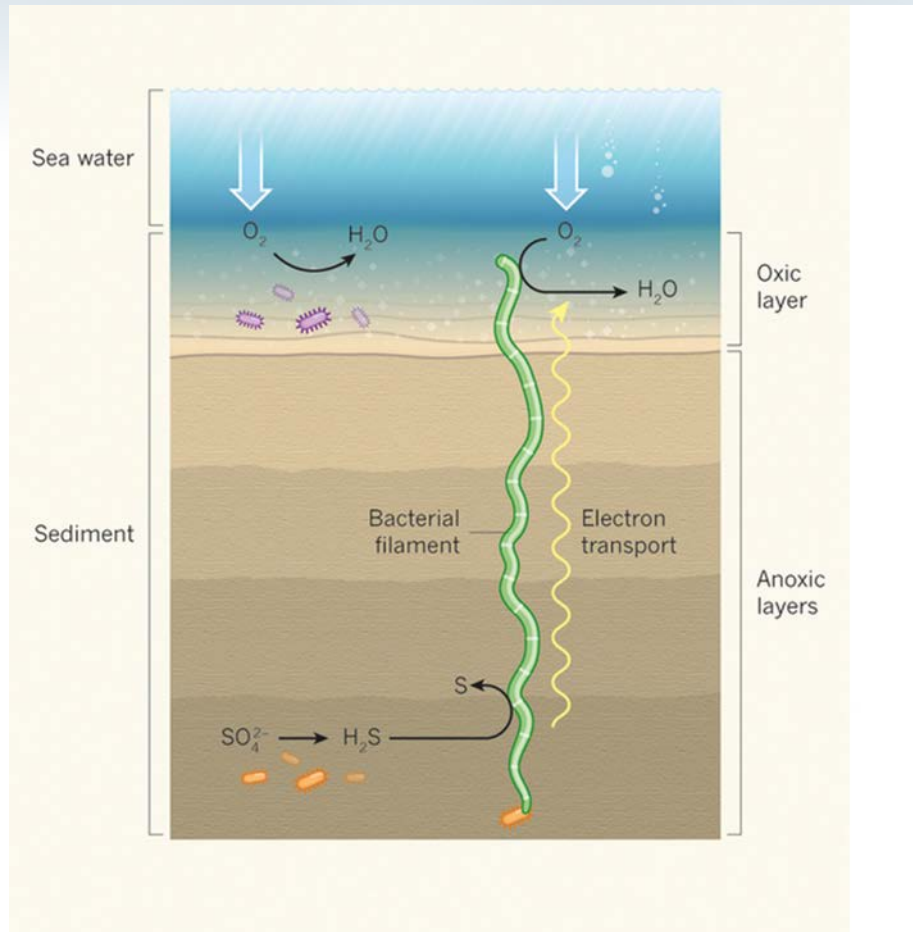
Figuur 3.12 Schema van de koolstof-assimilatie.

- Heterotrofe organismen moeten organische stoffen opnemen. Grote moleculen worden afgebroken door middel van vertering. De kleine moleculen kunnen voor zowel assimilatie als dissimilatie gebruikt worden.

ASSIMILATIE EN DISSIMILATIE

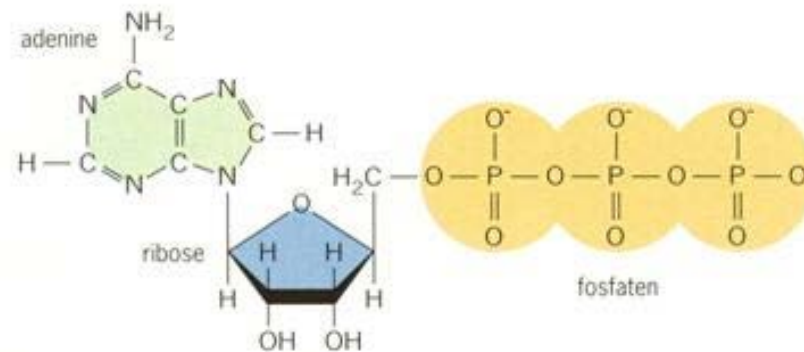
- Chemosynthese: koolstofassimilatie met behulp van energie verkregen uit de oxidatie van een anorganische stof.
 - Zwavelbacteriën oxideren waterstofsulfide (H_2S) tot zwavel (S) en vervolgens tot zwavelzuur (H_2SO_4).
 - Nitrietbacteriën oxideren ammoniak (NH_3) of ammoniumionen (NH_4^+) tot nitrietionen (NO_2^-).
 - Nitraatbacteriën oxideren nitrietionen tot nitraationen (NO_3^-).

ASSIMILATIE EN DISSIMILATIE

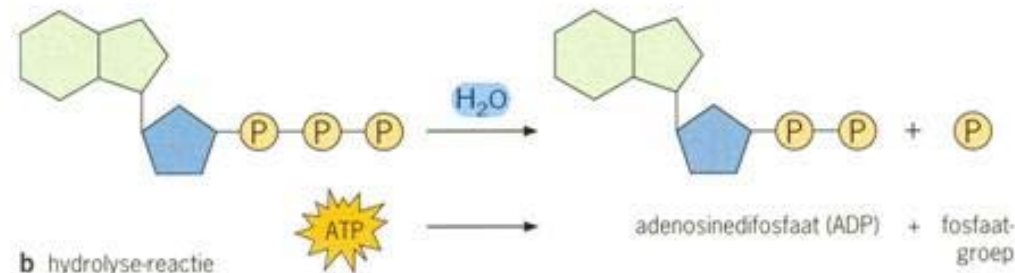


ATP

- Energie die bij exotherme reacties vrijkomt kan weer vastgelegd worden in endotherme reacties, in de vorm van chemische energie – adenosinetrifosfaat ATP



a adenosinetrifosfaat (ATP)

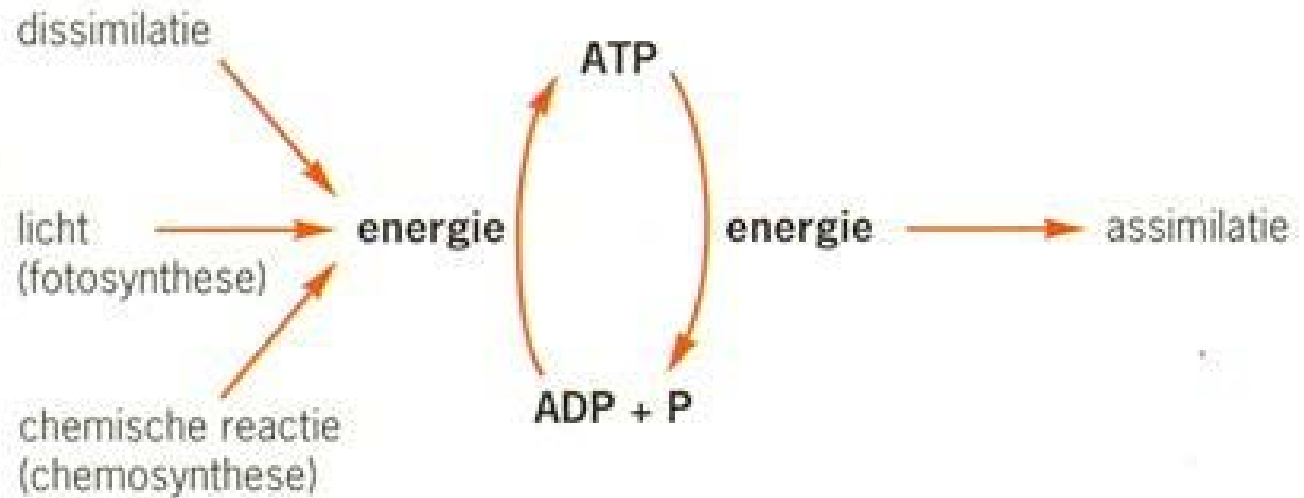


b hydrolyse-reactie

Figuur 3.8 ATP-molecuul en de hydrolyse reactie die energie oplevert.

ATP

- Wanneer chemische energie wordt vastgelegd: ATP
- Wanneer energie nodig is : ADP + P én vrije energie

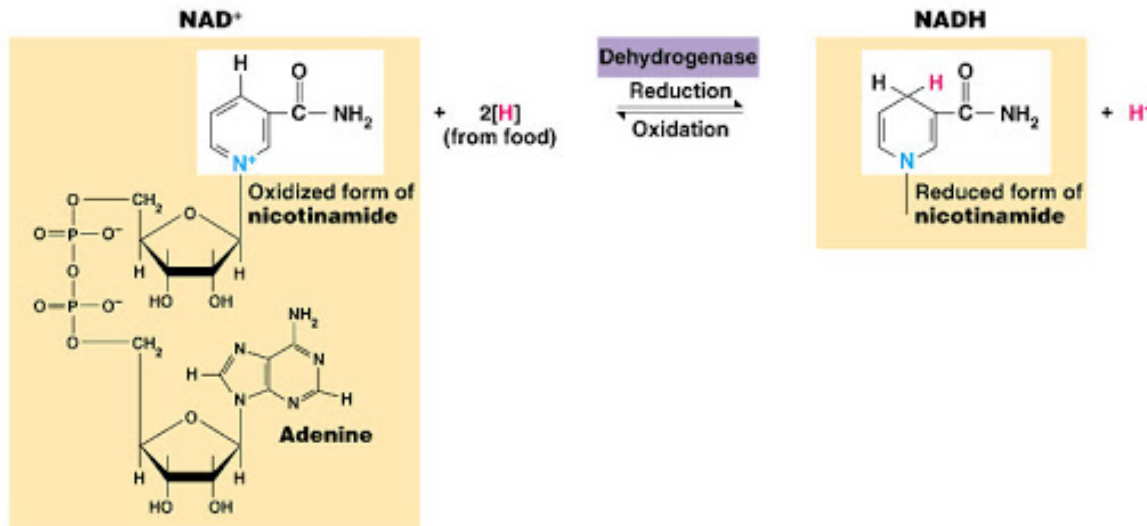


Figuur 3.10 Het verband tussen dissimilatienergie en assimilatie.

- Fosforylering

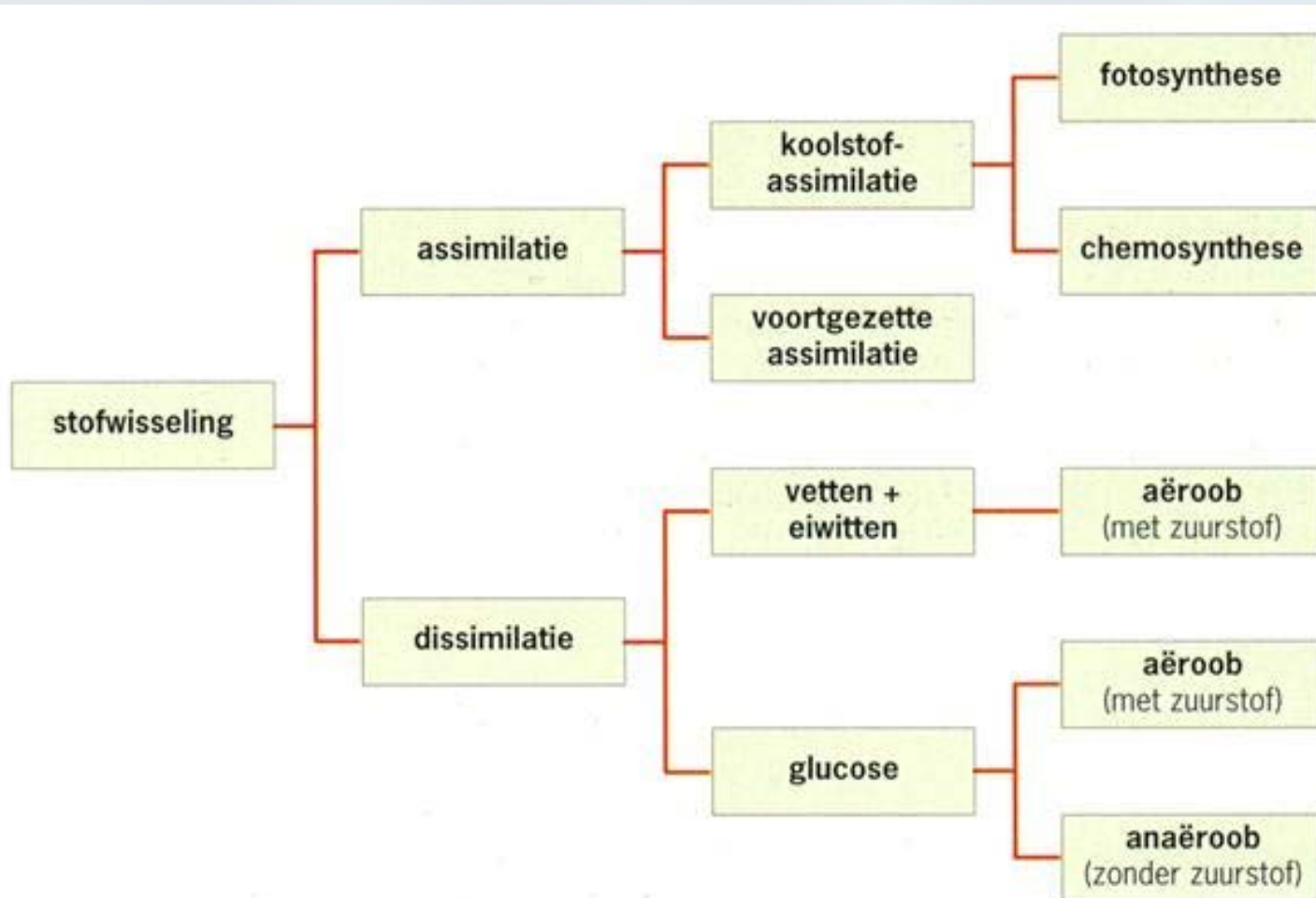
ENERGIERIJKE ELEKTRONEN

- Moleculen van organische stoffen bevatten veel chemische energie – vooral in elektronen
- Bij dissimilatiereacties kunnen energierijke elektronen vrijkomen
➔ overgedragen aan elektronenacceptor, meestal samen met waterstofion(en)
 - Bijvoorbeeld: Nicotinamide-adenine-dinucleotide (NAD) en flavine-adenine-dinucleotide (FAD)



METABOLISME IN ORGANISMEN

- Een overzicht van metabolisme:



Figuur 3.7 Overzicht van de stofwisseling.



Enzymen

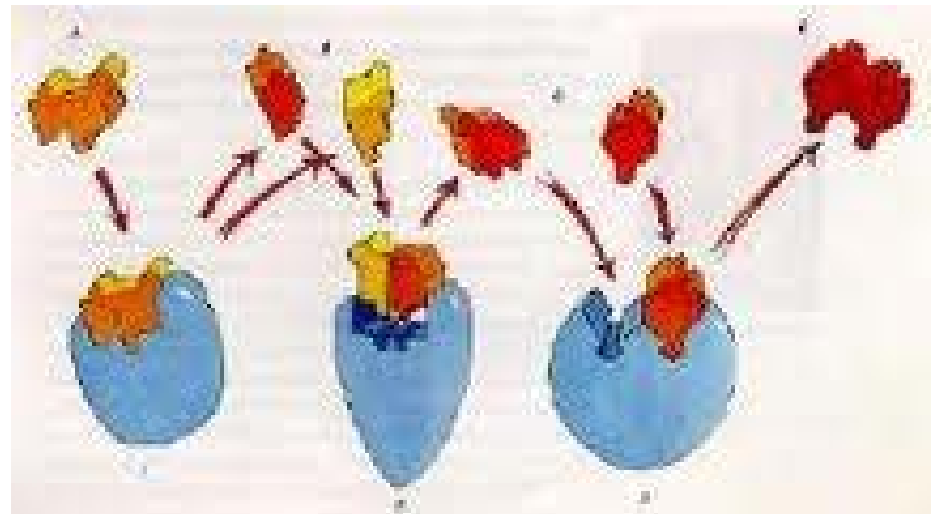
CELLEN

ENZYMEN

- Enzymen zijn eiwitmoleculen met een specifieke ruimtelijke structuur.
 - Een enzymmolecuul heeft een actief centrum, dat tijdelijk een binding aangaat met een substraatmolecuul. Er ontstaat dan een enzym-substraatcomplex.
- Sommige enzymen hebben een co-enzym nodig om werkzaam te zijn.
 - Co-enzym: bijv. een metaalion of een vitamine.
 - Apo-enzym: het enzymmolecuul met het actieve centrum.
- Een enzym wordt genoemd naar het substraat (de stof waarop het enzym inwerkt).
 - De naam van het enzym krijgt het achtervoegsel -ase.
- Enzymen versnellen (katalyseren) stofwisselingsreacties zonder daarbij zelf te worden verbruikt.
 - Enzymen verlagen de hoeveelheid activeringsenergie die nodig is om een reactie op gang te brengen.

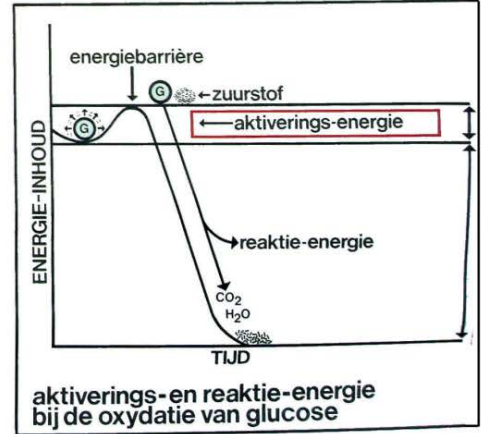
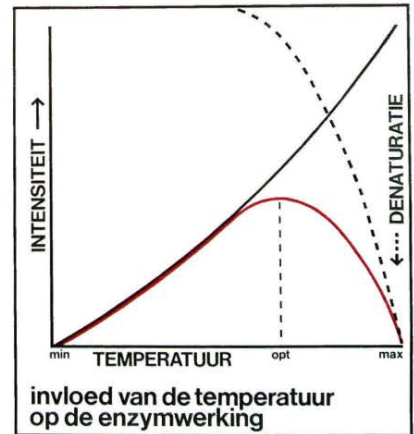
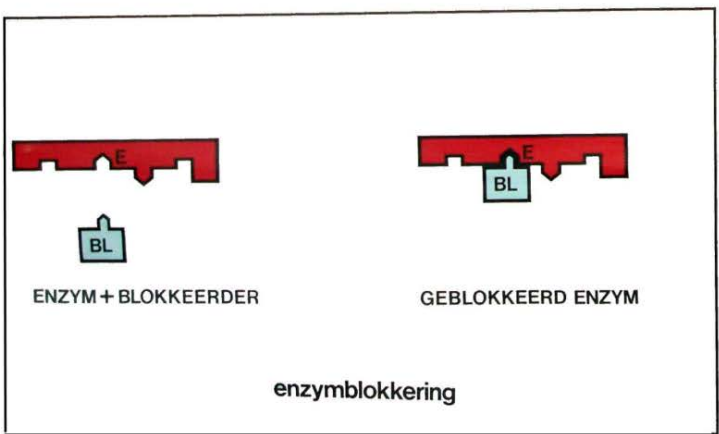
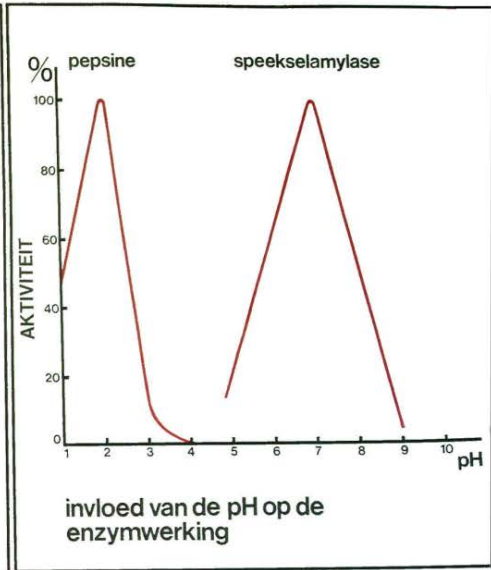
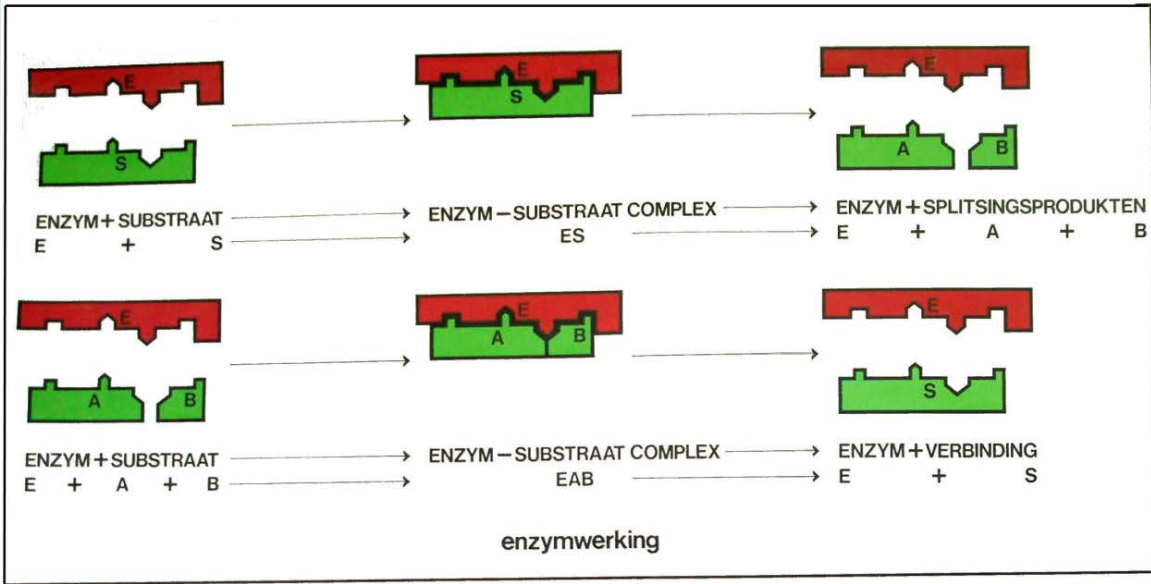
ENZYMEN

- Enzymatische reacties zijn vaak evenwichtsreacties.
 - Een enzym heeft geen invloed op de ligging van het evenwicht, wel op de snelheid waarmee het evenwicht zich instelt.
 - Enzymen zijn reactiespecifiek: elk enzym kan slechts één evenwichtsreactie beïnvloeden.
- De enzymactiviteit is afhankelijk van
 - De temperatuur
 - De pH
 - Activator en inhibitor



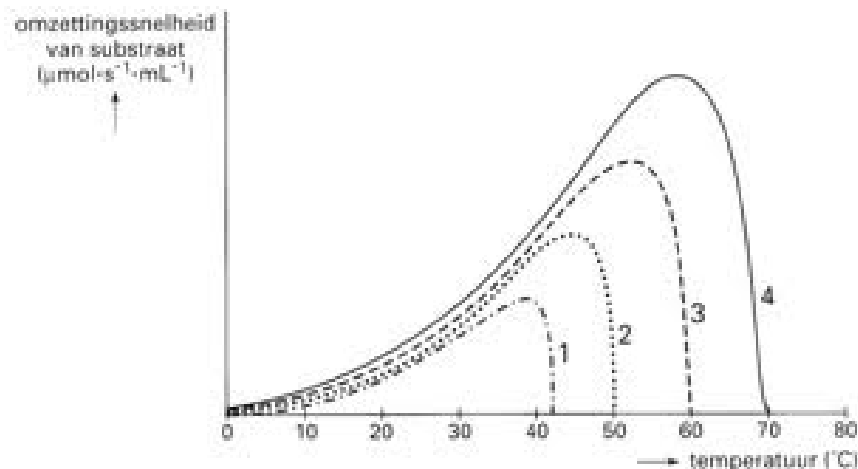
ENZYMEN

ENZYMEN



ENZYMEN

- De enzymactiviteit kan worden uitgedrukt in:
 - de hoeveelheid substraat die per tijdseenheid wordt omgezet;
 - de hoeveelheid reactieproduct die per tijdseenheid ontstaat.
- De enzymactiviteit kan ook worden afgeleid uit de tijd die een bepaalde hoeveelheid enzym nodig heeft om een bepaalde hoeveelheid substraat om te zetten.



Cellen – enzymen

10voorBiologie behandelt dit stuk van het hoofdstuk:

Hoofdstuk 13.8: enzymen

<http://www.10voorbiologie.nl>

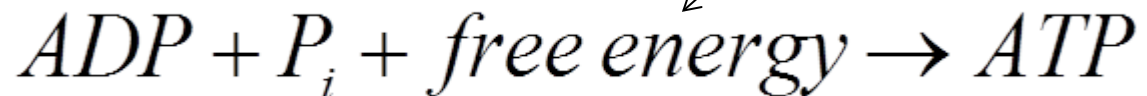
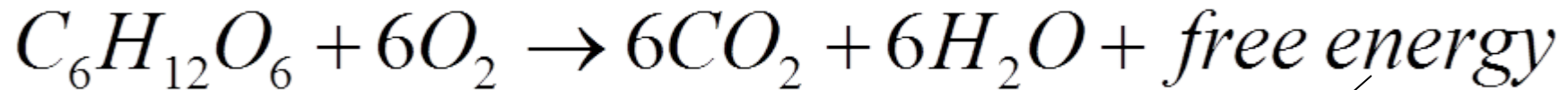


Aërobe dissimilatie

CELLEN

AËROBE DISSIMILATIE GLUCOSE

- Voor alle levensprocessen wordt energie geleverd door dissimilatie van brandstoffen:
 - GLUCOSE
 - Eiwitten
 - Vetten
- Glucose + zuurstof → koolstofdioxide + water
 - =aërobe dissimilatie van glucose
 - = verbranding

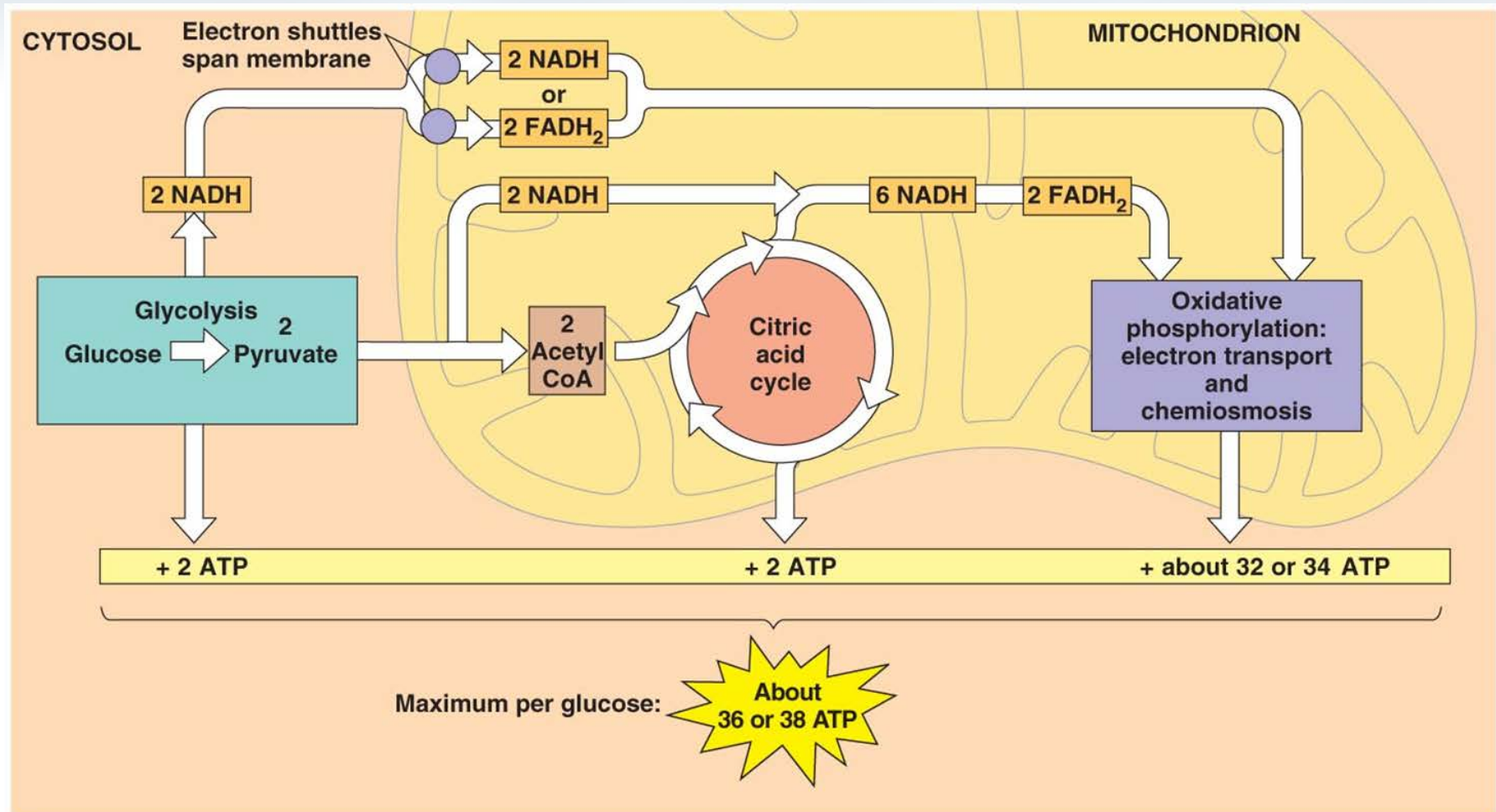


AËROBE DISSIMILATIE GLUCOSE

- Aërobe dissimilatie van glucose via drie reactieketens:
- Glycolyse
 - Glucose → 2 pyrodruivenzuur
 - Vind plaats in het grondplasma (cytoplasma)
- Citroenzuurcyclus (Krebscyclus)
 - Pyrodruivenzuur → koolstofdioxide
 - Vind plaats in de vloeistof (matrix) van de mitochondriën
- Oxidatieve fosforylering
 - Energierijke elektronen staan geleidelijk energie af → ATP
 - Vind plaats in het binnenmembraan van de mitochondriën

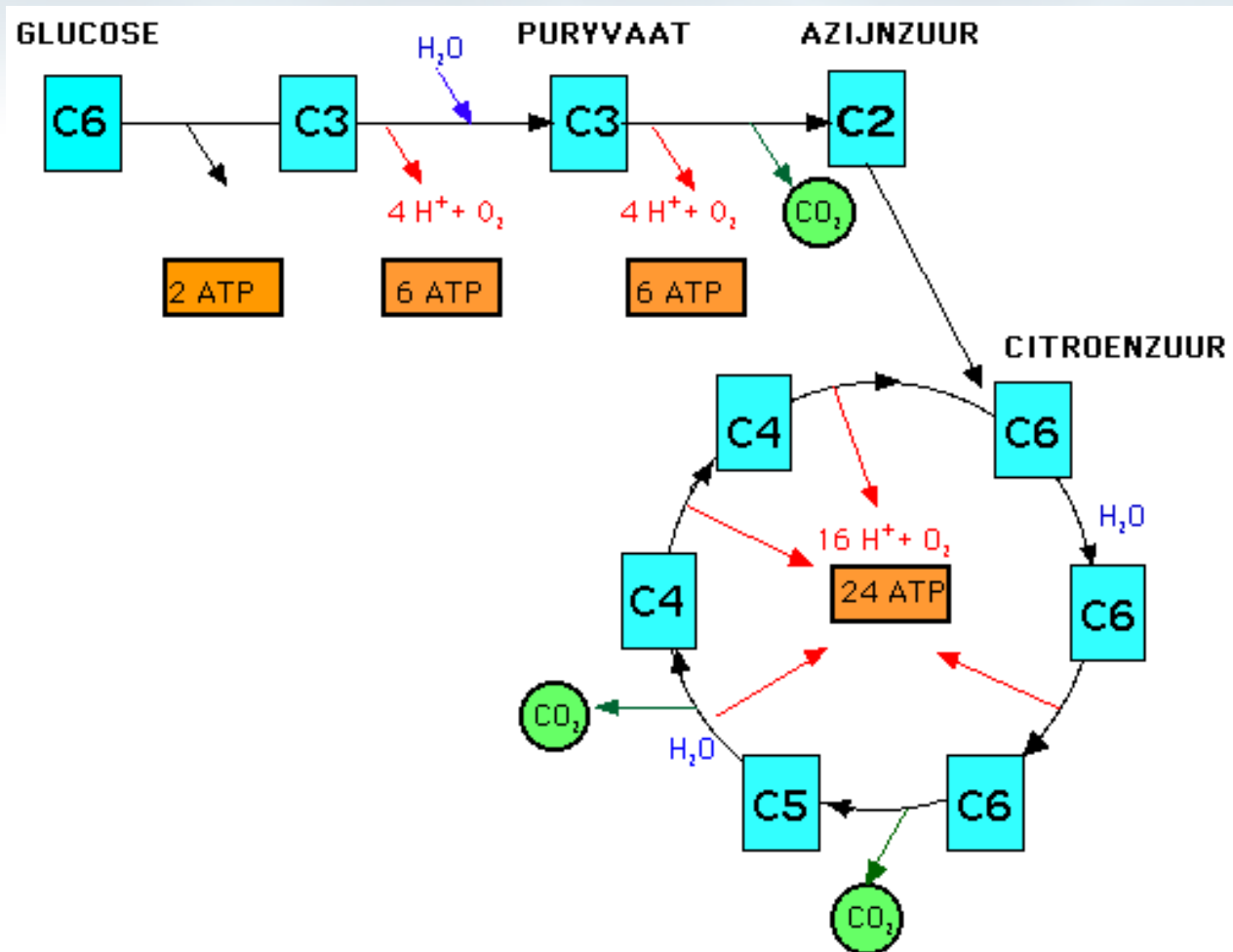
GLYCOLYSE

- <http://www.bioplek.org/animaties/celademhaling/celademhaling.html>



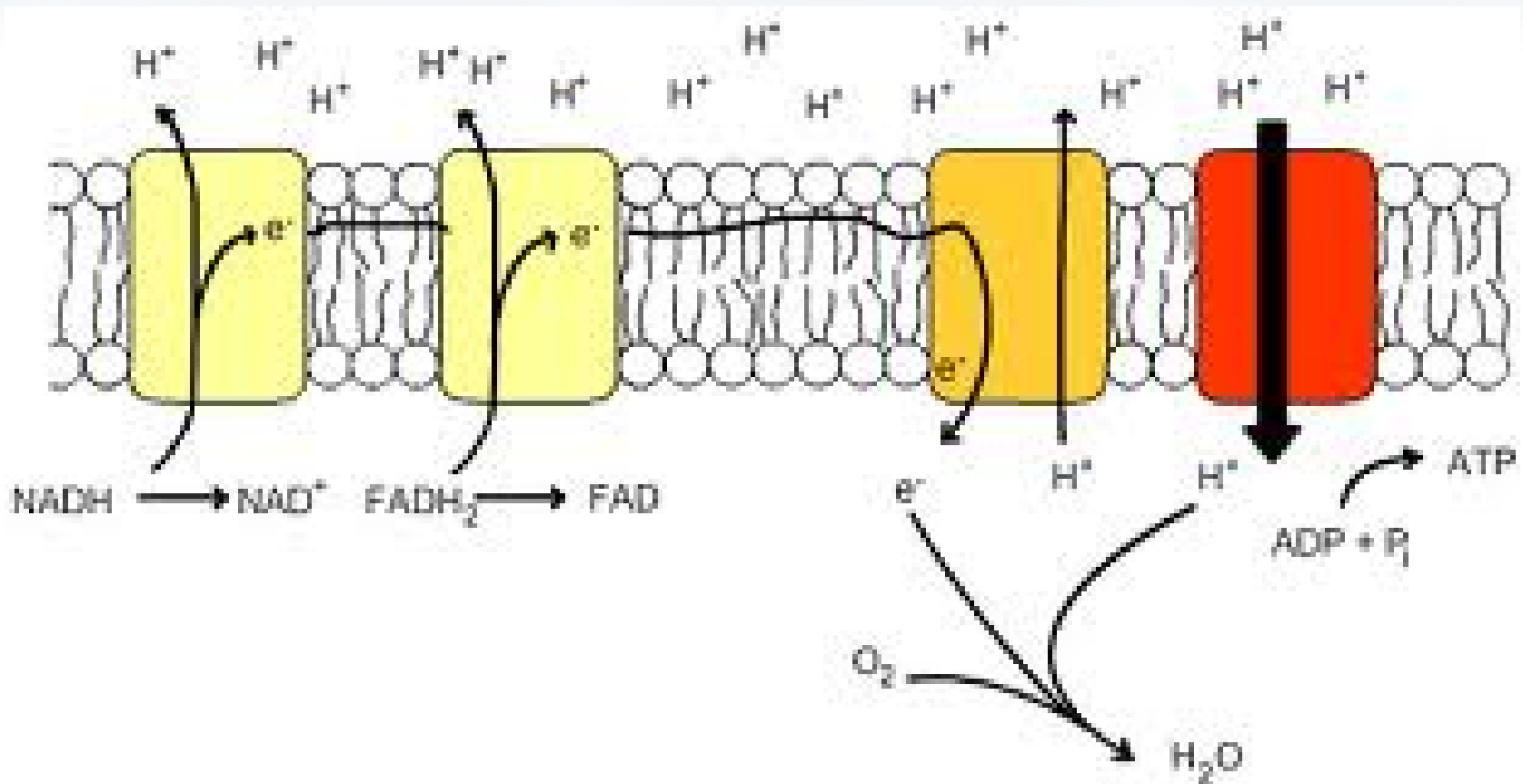
CITROENZUURCYCLUS

- <http://www.bioplek.org/animaties/celademhaling/citroenzuurcyclus.html>



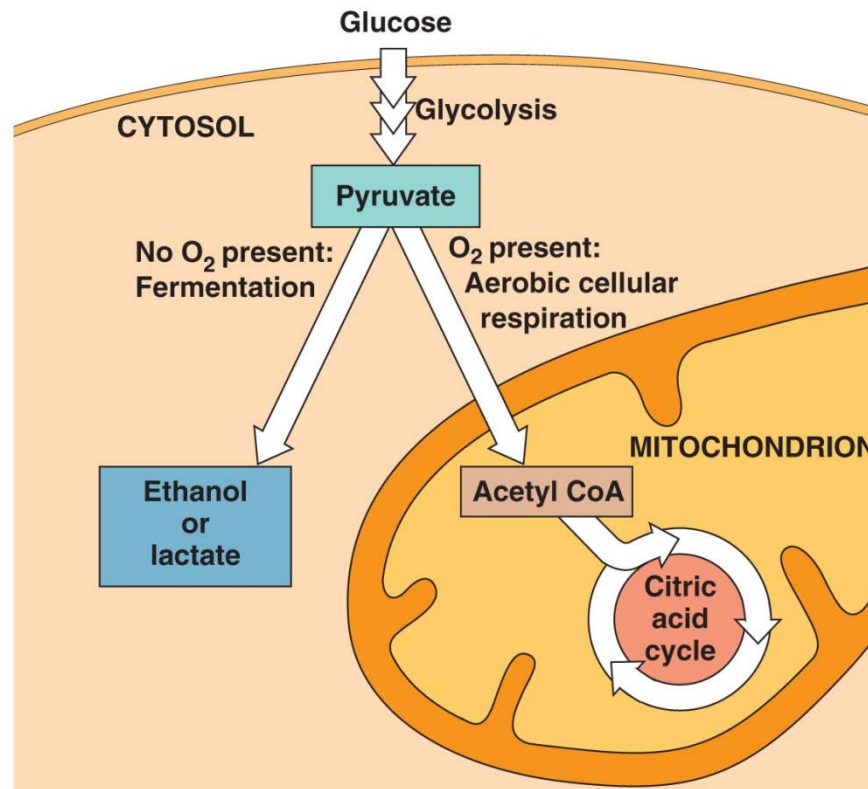
OXIDATIEVE FOSFORYLERING

- <http://www.bioplek.org/animaties/celademhaling/eindoxidatie.html>



ANAËROBE DISSIMILATIE VAN GLUCOSE

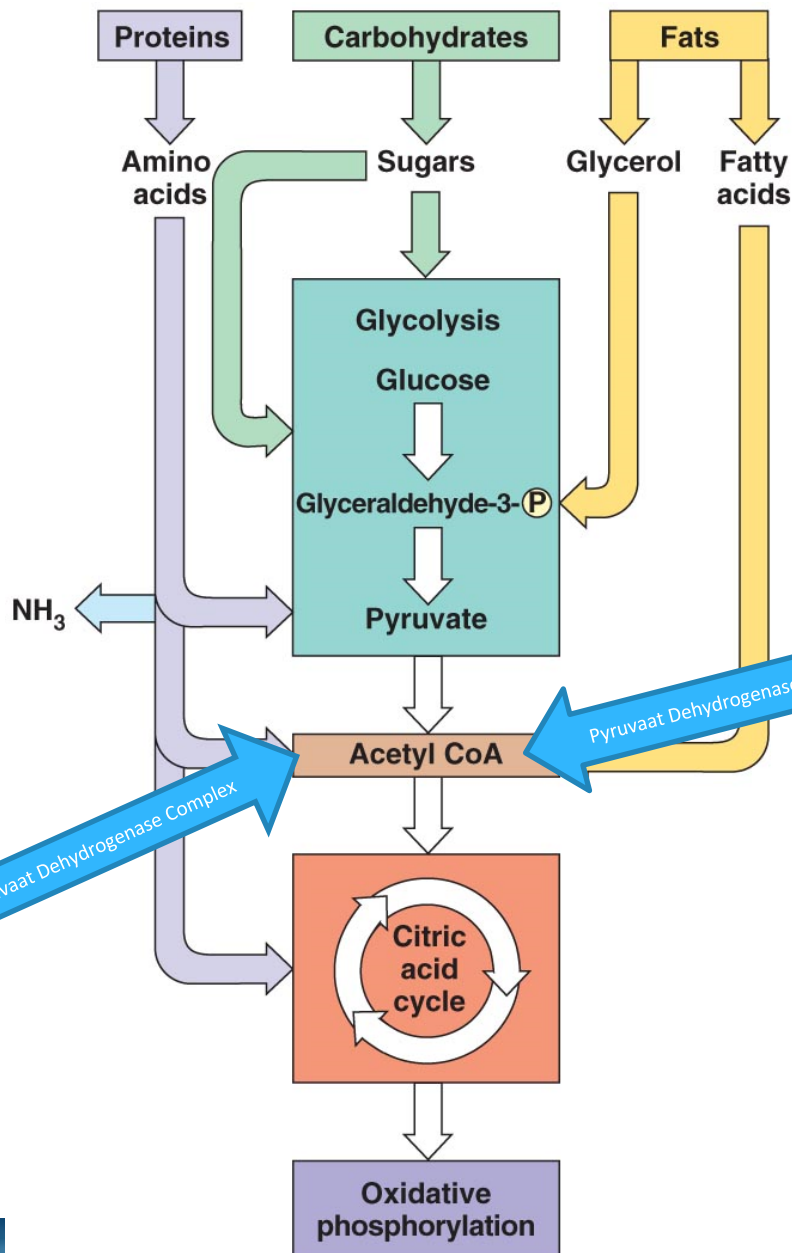
- Alleen glycolyse in het celcytoplasma
- Per glucose worden slechts twee ATP gevormd.
- Er blijven energierijke eindproducten over.



ANAËROBE DISSIMILATIE VAN GLUCOSE

- Alcoholgisting: het eindproduct van de glycolyse (pyrodruivenzuur) wordt omgezet in ethanol.
 - Bij deze omzetting komt CO_2 vrij en wordt NAD^+ gevormd.
 - Alcoholgisting wordt toegepast bij de bereiding van bier, wijn en brood.
- Melkzuurgisting: pyrodruivenzuur wordt omgezet in melkzuur.
 - Bij deze omzetting wordt NAD^+ gevormd.
 - Melkzuurgisting wordt toegepast bij de bereiding van kaas, yoghurt en zuurkool.
 - Melkzuurgisting vindt ook plaats in spieren, wanneer er in korte tijd veel energie moet worden vrijgemaakt.

1. Dissimilatie van eiwitten.
2. Eiwitten worden gesplitst in aminozuren.
3. Van de aminozuren wordt de aminogroep afgesplitst en omgezet in ammoniak.
4. De overblijvende koolstofketen wordt omgezet in pyrodruivenzuur,
5. in azijnzuur of in een andere stof en verder gedissimileerd in de citroenzuurcyclus.



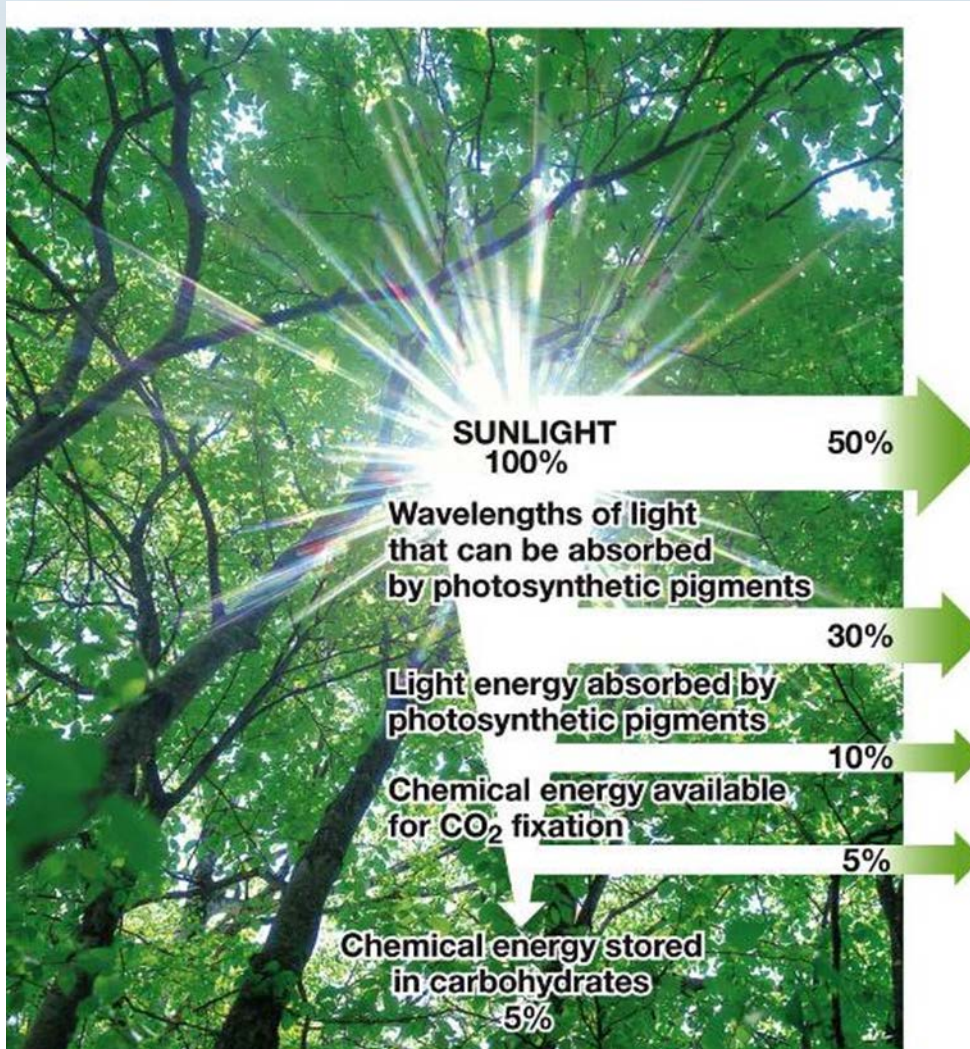
1. Dissimilatie van vetten.
2. Vetten worden gesplitst in glycerol en vetzuren.
3. Glycerol wordt omgezet in pyrodruivenzuur.
4. Van de vetzuren worden C₂-moleculen afgesplitst, die worden omgezet in azijnzuur.

A microscopic image showing a network of plant cells with distinct cell walls, appearing as a honeycomb-like structure. The cells are stained, likely with iodine, to highlight their structure. The top half of the slide features this image, while the bottom half is a light blue gradient.

Koolstofassimilatie – fotosynthese en voortgezette assimilatie

CELLEN

FOTOSYNTHESE



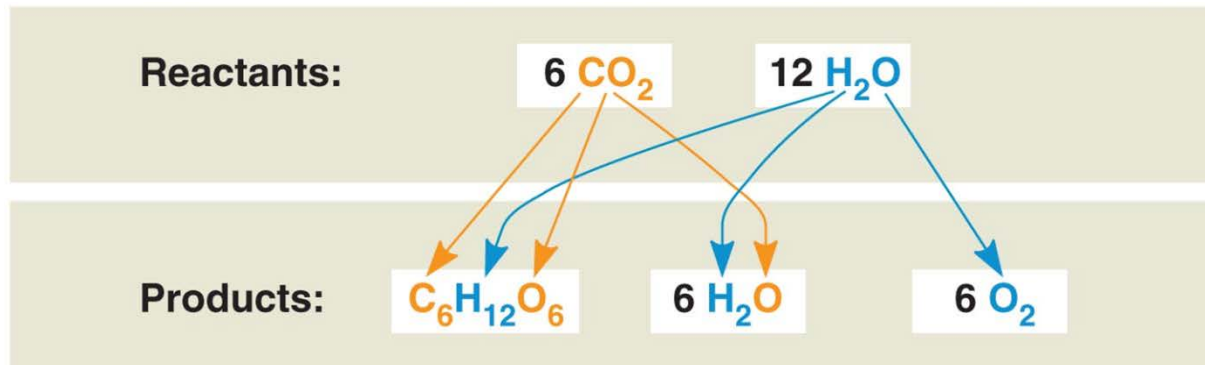
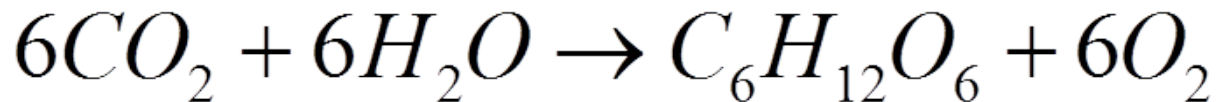
- Koolstofassimilatie van CO₂ en H₂O vindt plaats in autotrofe organismen.
- De gevormde organische stof is GLUCOSE.
- De vrije energie die nodig is komt van licht:

FOTO-AUTOTROOF

= Fotosynthese

FOTOSYNTHESE

- Fotosynthese vindt plaats in cellen met bladgroen.
 - Bladgroen is een verzamelnaam voor verschillende fotosynthetische pigmenten (o.a. chlorofyl en caroteen), die lichtenergie absorberen.
 - Uit wit licht worden vooral de kleuren violet, blauw en rood geabsorbeerd.
 - De glucose die bij de fotosynthese ontstaat, wordt voor een deel direct omgezet in zetmeel.

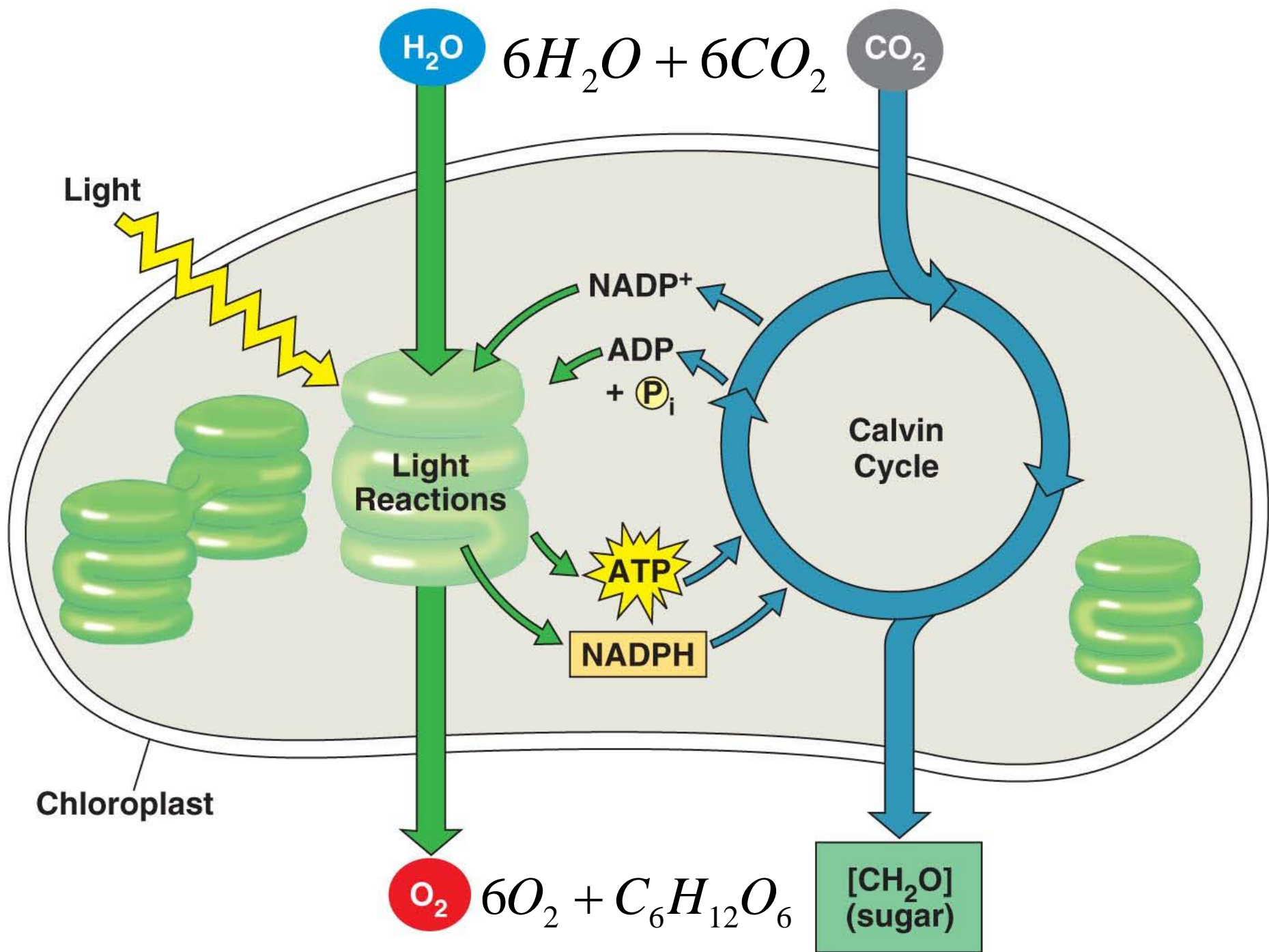


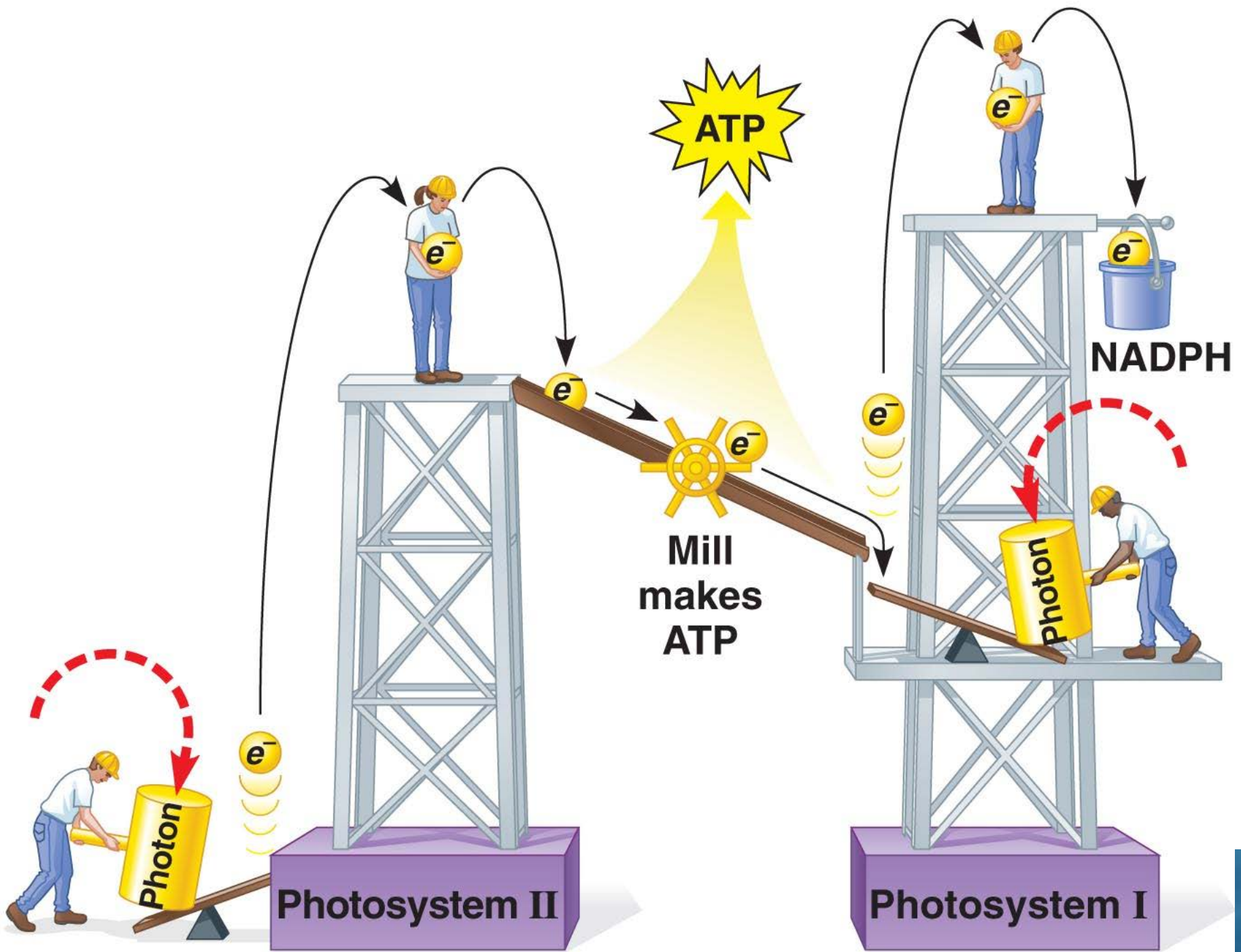
LICHTREACTIE

- Lichtreacties: lichtenergie wordt vastgelegd.
 - Andere fotosynthetische pigmenten dragen de energie die ze hebben geabsorbeerd over aan chlorofyl.
 - In chlorofylmoleculen worden elektronen aangeslagen.
 - Chlorofyl kan de energierijke elektronen overdragen aan een elektronenacceptor (NADP^+).
 - In chlorofyl worden de elektronen aangevuld vanuit watermoleculen, die hiervoor worden gesplitst.
- Lichtenergie naar chemische-energie (in ATP, $\text{NADPH} + \text{H}^+$)

DONKERREACTIE - *Calvincyclus*

- Donkerreacties: uit CO₂-moleculen worden glucosemoleculen opgebouwd.
 - De energie die hiervoor nodig is wordt geleverd door de energierijke producten van de lichtreacties (ATP en NADPH).
 - Voor de donkerreacties is geen licht nodig.
 - De donkerreacties vinden aansluitend op de lichtreacties plaats.





INTENSITEIT VAN DE FOTOSYNTHESE

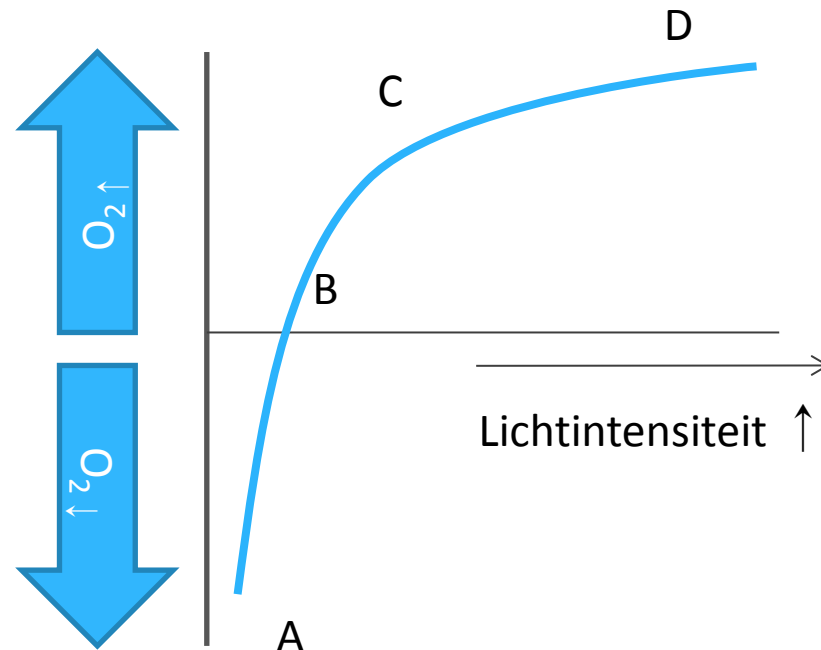
- De intensiteit van de fotosynthese is afhankelijk van:
 - de verlichtingssterkte (en de kleur licht);
 - de beschikbare hoeveelheid water;
 - de beschikbare hoeveelheid koolstofdioxide;
 - de temperatuur;
 - bladgroen.
- De intensiteit van de fotosynthese wordt bepaald door de beperkende factor (de factor die het minst gunstig is).
- Voor de bepaling van de intensiteit van de fotosynthese zijn twee gegevens nodig:
 - in het licht: de hoeveelheid O_2 die een plant afgeeft (of de hoeveelheid CO_2 die een plant opneemt);
 - in het donker: de hoeveelheid O_2 die een plant opneemt (of de hoeveelheid CO_2 die een plant afgeeft).

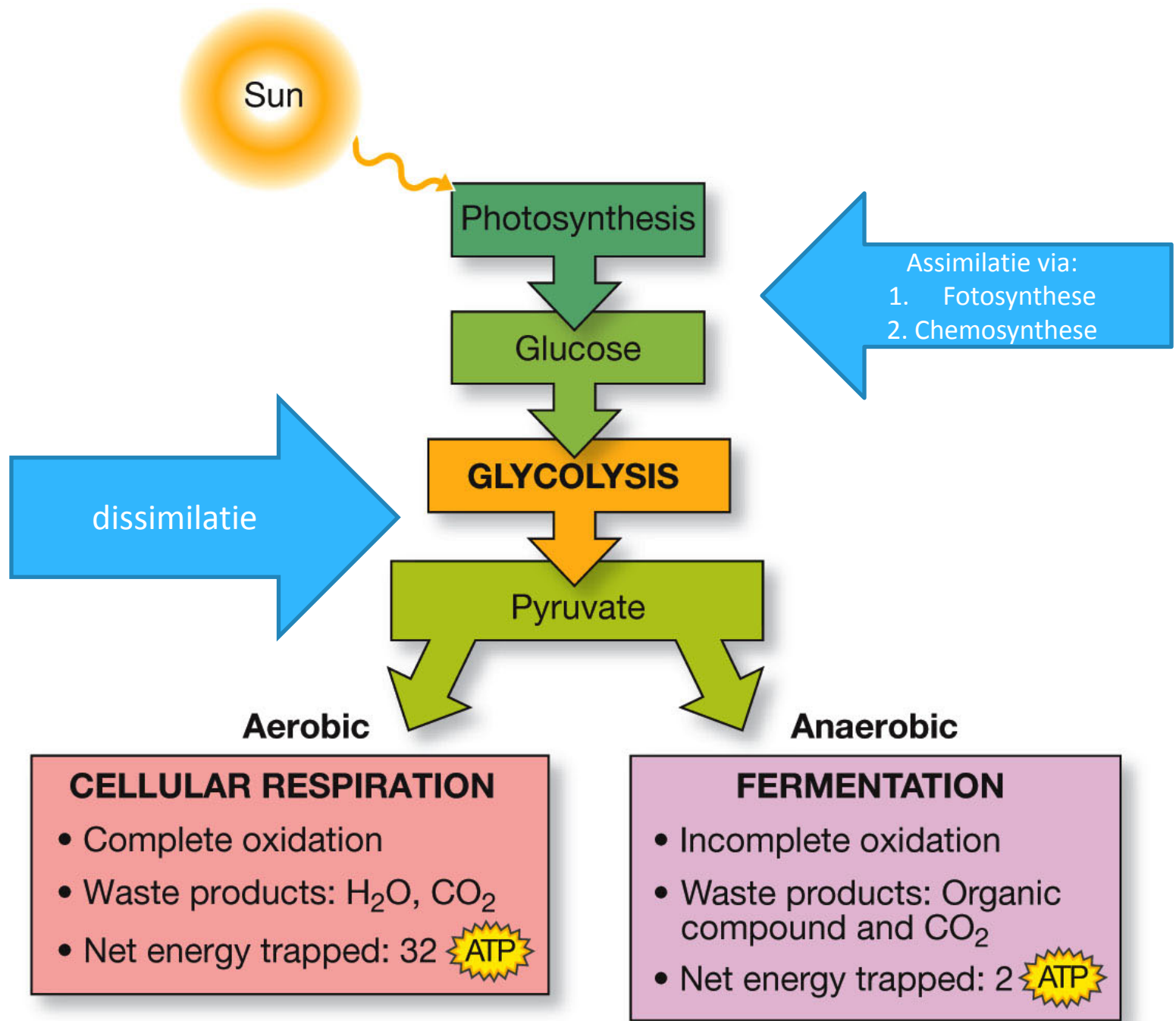
O₂ - PRODUCTIE

- Uit de O₂-opname (of de CO₂-afgifte) in het donker kan de intensiteit van de dissimilatie worden afgeleid.
- O₂-productie (bij fotosynthese) = O₂-afgifte + O₂-verbruik (bij dissimilatie)
- CO₂
 - verbruik (bij fotosynthese) = CO₂-opname + CO₂- productie (bij dissimilatie)

BEPERKENDE FACTOR

- Voor de volgende grafiek geldt:
 - in het stijgende deel van de grafiek is licht de beperkende factor;
 - in het horizontale deel is een andere factor beperkend;
 - tussen A en B is de intensiteit van de dissimilatie hoger dan die van de fotosynthese,
 - in B is de intensiteit van de dissimilatie gelijk aan die van de fotosynthese,
 - tussen B en D is de intensiteit van de dissimilatie lager dan die van de fotosynthese.





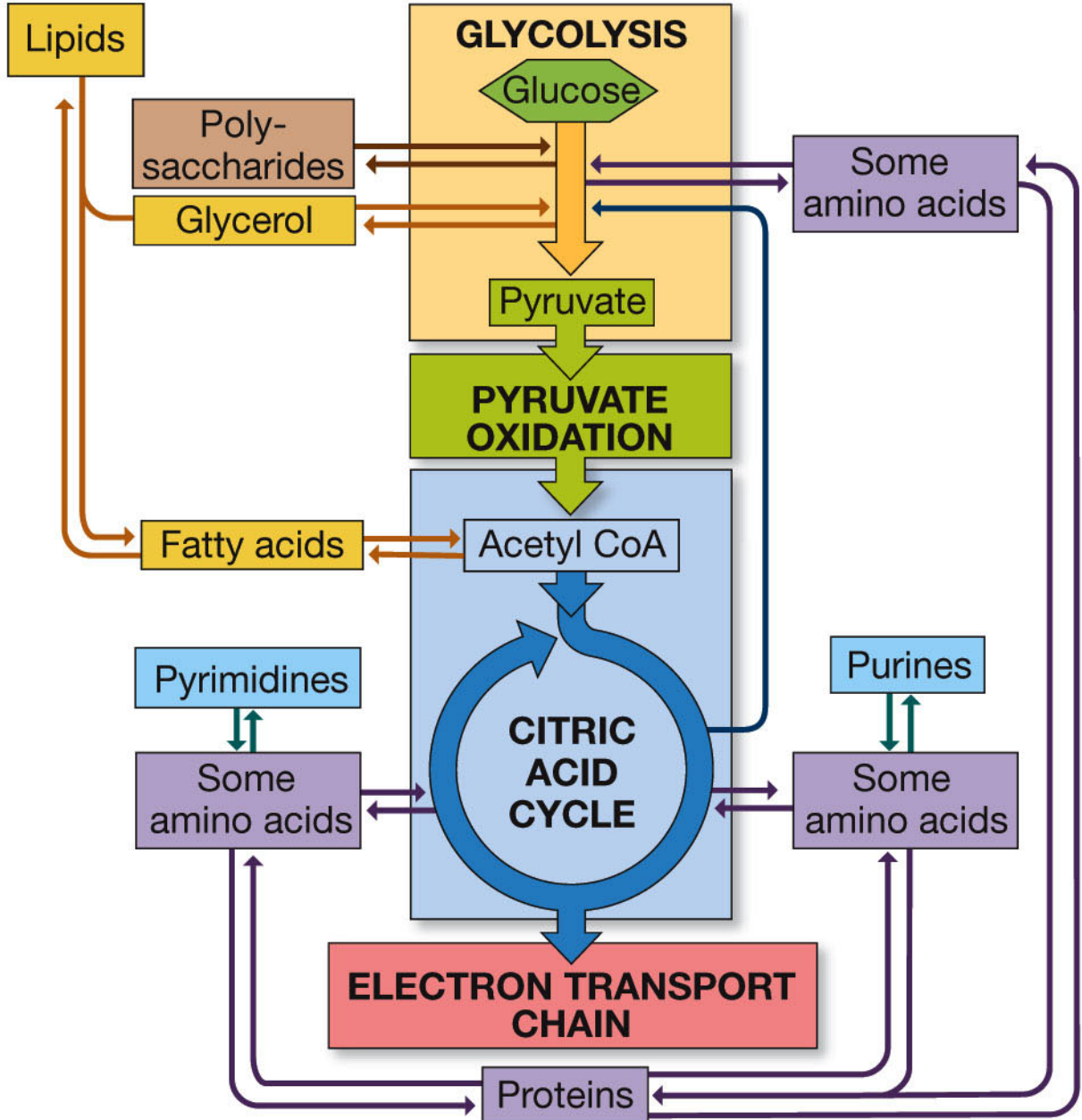
LIFE 8e, Figure 7.1

VOORTGEZETTE ASSIMILATIE (KOST ATP)

- Assimilatie van koolhydraten.
 - Uit monosachariden (bijv. glucose, fructose) kunnen disachariden (bijv. sacharose) worden gevormd.
 - Door polymerisatie kunnen polysachariden worden gevormd (bijv. zetmeel, glycogeen, cellulose).
 - Bij planten dient zetmeel als koolhydraatreserve en bij dieren glycogeen.
- Assimilatie van eiwitten (proteïnen).
 - Eiwitten zijn polymeren van aminozuren. Er zijn twintig verschillende aminozuren.
 - Aminozuren bestaan uit een C-atoom, een aminogroep ($-\text{NH}_2$), een zuurgroep ($-\text{COOH}$), een H-atoom en een restgroep.
 - Planten kunnen aminozuren assimileren uit glucose en nitraationen. Dieren kunnen alleen aminozuren assimileren uit andere aminozuren.
 - Eiwitturnover: eiwitten worden meestal opgebouwd uit aminozuren die vrijkomen uit juist afgebroken eiwitten.

VOORTGEZETTE ASSIMILATIE (KOST ATP)

- Assimilatie van vetten (lipiden).
 - Een vetmolecuul is opgebouwd uit glycerol en drie vetzuren (bij fosfolipiden is één vetzuur vervangen door fosforzuur).
 - Vetten worden als reservebrandstof opgeslagen.



LIFE 8e, Figure 7.16

Cellen – stofwisseling

10voorBiologie behandelt dit stuk van het hoofdstuk:

Hoofdstuk 12.2 en 12.3 en 12.4 en 12.5

<http://www.10voorbiologie.nl>