

(Z) VOORWOORD

Dit is de samenvatting biologie ter voorbereiding van de toets over fotosynthese en celademhaling. In module 1 hebben we geleerd hoe de cel werkt, hier hebben we gezien dat **de mitochondrie de energiecentrale van de cel is**. Nu gaan we hierop dieper in: **Hoe verloopt de celademhaling in de mitochondrie?** Daarnaast bestuderen we ook het fotosyntheseproces in de chloroplasten van de plantencel aangezien dit het totaal omgekeerde van de celademhaling is. We gaan van start

(Y) FOUTEN

Ik ben Abdellah, geen God, ik maak fouten. Als je een fout tegenkomt kan je je één seconde slim en stoer voelen omdat je 'een fout in Abdellahs samenvatting hebt gevonden'. Maar daarna:

- 1) Erge fout --> stuur Abdellah via Smartschool --> Abdellah verbetert de fout.
- 2) Minder erge fout --> stuur Abdellah via Smartschool --> Abdellah oordeelt of het de moeite waard is om de fout te verbeteren.

(X) INHOUDSTAFEL

Zie volgende pagina

Inhoud

0) Chemische basiskennis: redoxreacties.....	4
0.1) Terminologie redoxreacties	4
1) Fotosynthese vs. celademhaling	5
1.1) Fotosynthese vs. celademhaling	5
1.2) Het ATP-ADP-systeem	5
2) Fotosynthese	6
2.1) Licht- en donkerreacties.....	6
2.2) Synoniemen voor fotosynthese	6
2.3) Verloop van het fotosyntheseproces	6
2.4) De lichtreactie	7
2.4.1) Schema I mvr. Smets: lichtreactie	7
2.4.2) Verklaring schema I: van licht naar chemische energie	8
2.4.3) Verklaring stap 1-3 schema I: fotosystemen	8
2.5) Tussen de licht- en donkerreactie in	9
2.6) De donkerreactie.....	9
2.6.1) Schema II mvr. Smets: donkerreactie	9
2.6.2) Verklaring schema II	9
2.7) Het fotosyntheseproces: licht- en donkerreactie samen.....	10
2.7.1: Schema III Smets: het fotosyntheseproces	10
2.8) Fotosynthese vs. chemosynthese	11
2.8) Zelftest: heb ik fotosynthese begrepen?	11
2.8.1) Meerkeuzevragen Abdellah + Biogenie 5.2	11
2.8.2) Meerkeuzevragen biologie-olympiade	13
2.8.3) Meerkeuzevragen ingangsexamen geneeskunde	14
2.8.4) Oplossingen meerkeuzevragen Abdellah + biogenie	14
.....	14
2.8.5) Oplossingen meerkeuzevragen olympiade	14
2.8.6) Oplossingen meerkeuzevragen ingangsexamen.....	15
3) Celademhaling.....	16
3.1) Autotrofe vs. heterotrofe organismen.....	16
3.2) Aerobe- vs. anaerobe energieproductie	16
3.3) Aerobe celademhaling: beknopt	16
3.3.1) Noodzakelijkheid van zuurstof	16
3.3.2) Verloop van de aerobe celademhaling	16
3.4) Aerobe celademhaling: reactie per reactie.....	16

3.4.1) Glycolyse (+ bindingsreactie): schema IV Smets	16
3.4.2) Schema IV Smets: verklaring	17
3.4.3) Citroenzuurcyclus (Krebcyclus): Schema V Smets.....	18
3.4.4) Schema V Smets: verklaring	18
3.4.5) Terminale oxidaties	18
3.4) Overzicht (an)aerobe celademhaling	19
3.4) Anaerobe celademhaling	19
3.5) Uitbreiding: ingangsexamen geneeskunde (niet kennen)	20
3.5.1) Rendementsberekening aerobe celademhaling	20
3.6) Zelftest: heb ik celademhaling begrepen?	20
3.6.1) Meerkeuzevragen Abdellah + Biogenie 5.2	20
3.6.2) Oplossingen meerkeuzevragen biologie-olympiade	21
3.6.3) Meerkeuzevragen ingangsexamen geneeskunde	23
3.6.4) Oplossingen meerkeuzevragen Abdellah + Biogenie 5	24
3.6.5) Oplossingen meerkeuzevragen biologie-olympiade	25
3.6.6) Oplossingen meerkeuzevragen ingangsexamen GNK.....	26

0) Chemische basiskennis: redoxreacties

*Je gaat in dit hoofdstuk véél terminologie van redoxreacties tegenkomen, aangezien redoxreacties een lange tijd geleden was, frissen we hier de belangrijkste terminologie op.

0.1) Terminologie redoxreacties

*Uit samenvatting chemie 4dejaar wetenschappen halen we de volgende passage:

(7A) REDOXREACTIES: DEFINITIES

- Bij redoxreacties vindt een **elektronenoverdracht** tussen deeltjes plaats.
- Een deeltje dat elektronen opneemt, ondergaat **reductie** (hij daalt in lading!).
 - Dit deeltje noemen we de **oxidator**.
- Een deeltje dat elektronen afgeeft, ondergaat **oxidatie** (hij stijgt in lading!).
 - Dit deeltje noemen we de **reductor**.
- **Oxidatie en reductie vinden *altijd* gelijktijdig plaats**, daarom noemen we deze reactie een **REDOXreactie**. Een redoxreactie is de som van beide halfreacties (oxidatie en reductie).

-
- Het is belangrijk dat je het verschil tussen oxidatie en reductie onthoudt. Ik geef wel toe dat dit zeer verwarrend is (reductie is elektronen opnemen? Waar is de logica, come on chemici!)
 - > Engelsen zijn met een zeer leuk ezelsbruggetje gekomen:

OIL RIG	Oxidation Is Loss (of electrons) Reduction Is Gain (of electrons)
----------------	--

*Voor de rest moet je (voorlopig) niks meer van redoxreacties afweten, we leren redoxreacties nog zeer uitgebreid in het 6dejaar chemie.

1) Fotosynthese vs. celademhaling

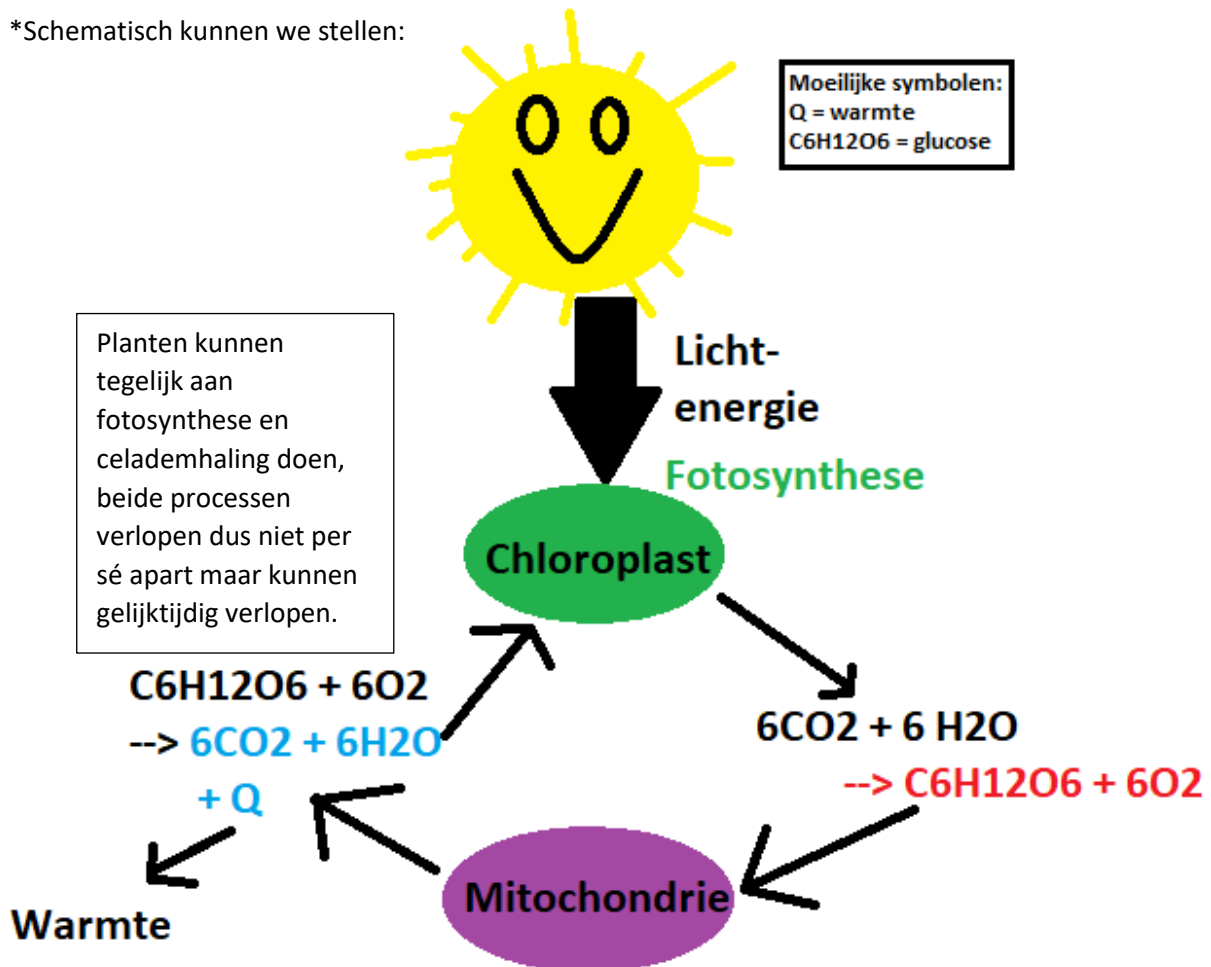
1.1) Fotosynthese vs. celademhaling

*Alle levende cellen halen hun energie uit externe bronnen --> noodzakelijk

→ Voedselweb: zon --> planten <-- herbivoren <-- carnivoren/omnivoren <-- de mens

→ De energie in ons ecosysteem is afkomstig van de zon die de fotosynthese in planten aanwakkert en verlaat het ecosysteem onder de vorm van warmte (na een sportieve inspanning, nadat de mitochondrie suikers heeft verwerkt in de mens bv.).

*Schematisch kunnen we stellen:



1.2) Het ATP-ADP-systeem

*Glucose wordt in elk organisme omgezet naar ATP, ATP (adenosinetrifosfaat) is een energierijke verbinding wordt omgezet tot ADP (adenosinedifosfaat) als glucose wordt verbrand.

--> Algemeen:

katabolisme (kapot maken): $ATP \rightarrow ADP + P_i$ (fosfaatgroep) + energie

Anabolisme (aanmaken): $ADP + P_i + \text{energie} \rightarrow ATP$

--> Elk organisme maakt gebruik van het ATP-ADP-systeem voor de stofwisseling.

--> Het is belangrijk (voor later) dat je beseft dat ATP een belangrijke vorm van energie is.

2) Fotosynthese

*De globale reactievergelijking van fotosynthese is: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$

--> Zoals je weet uit module 1 chemie verloopt elke chemische reactie in tussenstappen. We bespreken in dit hoofdstuk de belangrijkste tussenstappen van het fotosyntheseproces.

*Handige link: <https://www.youtube.com/watch?v=ITBDSsnlnto>, open hem!

--> Die makkelijke tijd toen we gewoon moesten onthouden dat bomen zuurstof produceren is over.

=> **Shit just got real.** :(

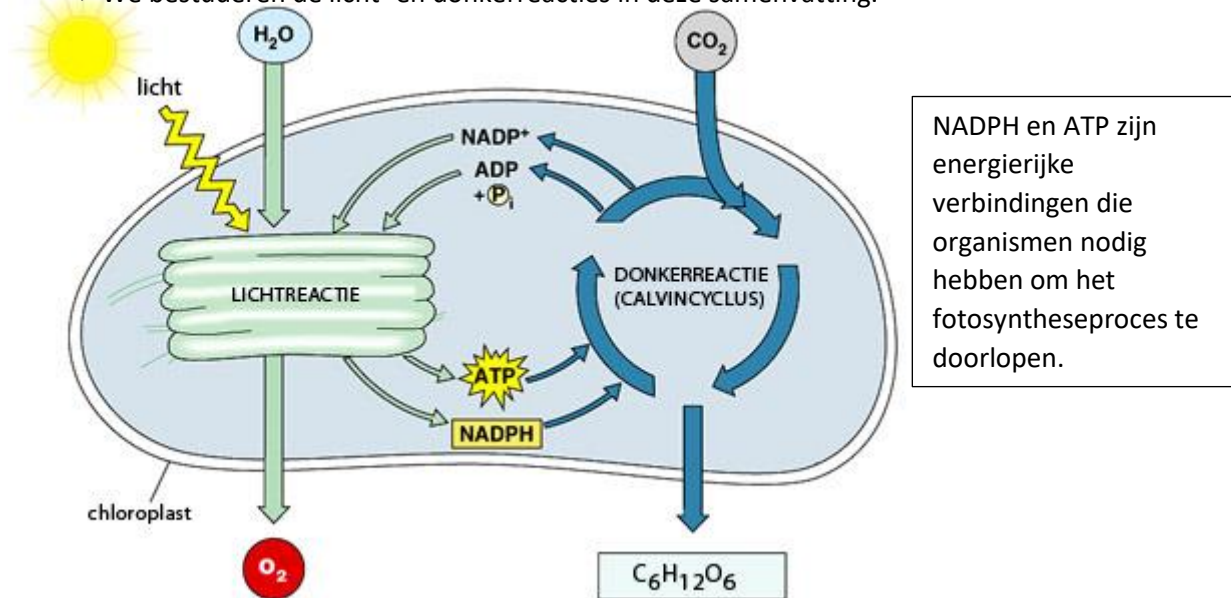
2.1) Licht- en donkerreacties

*Het fotosyntheseproces valt op te delen in twee belangrijke stappen

--> Lichtreactie: gaat enkel onder invloed van licht --> 'foto'-deel van fotosynthese.

--> Donkerreactie (Calvincyclus): hier wordt de synthese van glucose vervolledigt, deze reactie heeft geen zonlicht nodig maar vindt natuurlijk ook plaats als het licht is.

--> We bestuderen de licht- en donkerreacties in deze samenvatting.



2.2) Synoniemen voor fotosynthese

***Fotosynthese** (meest-populaire): uitdrukken proces onder invloed van **licht**.

***Bladgroenverlichting**: uitdrukken van de **noodzaak van bladgroenkorrels/chloroplasten**.

***Koolstofassimilatie**: uitdrukken van de **noodzaak van CO₂**.

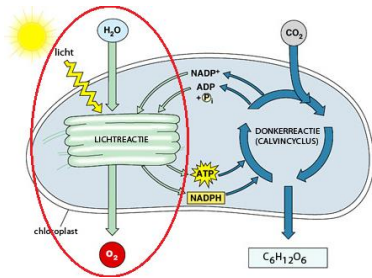
--> Alle drie termen betekenen hetzelfde maar drukken verschillende dingen uit, je moet ze kennen.

2.3) Verloop van het fotosyntheseproces

*Het fotosyntheseproces verloopt door licht- en donkerreacties.

--> We gaan beide reacties uitgebreid bespreken.

2.4) De lichtreactie

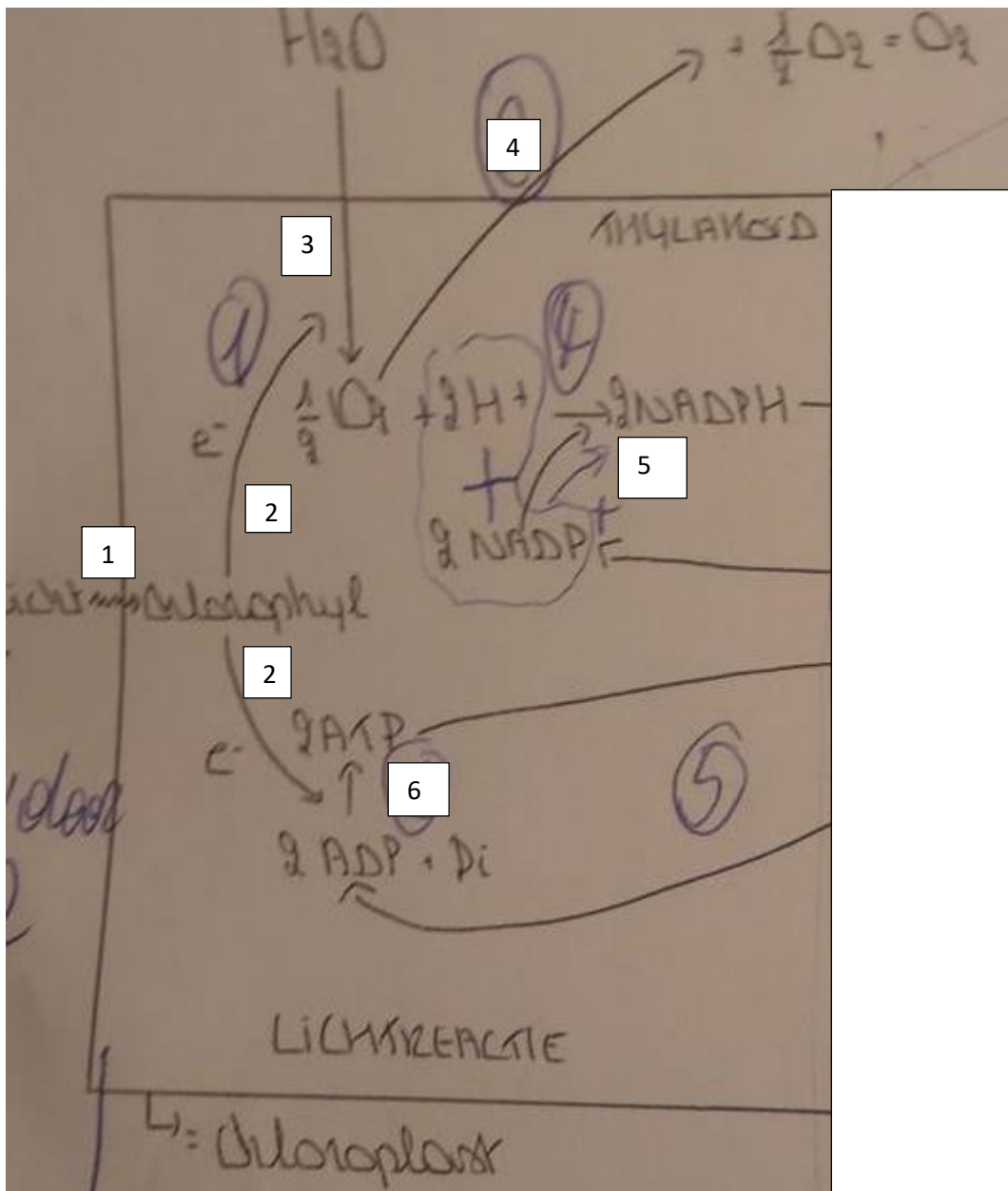


We situeren ons nu in het linkerdeel van de schematische voorstelling van het fotosyntheseproces.

2.4.1) Schema I mvr. Smets: lichtreactie

*Schematische voorstelling lichtreactie: zie volgende pagina

--> Je moet alle schematische voorstellingen vanbuiten kennen. Ik verklaar de tussenstappen hier in mijn samenvatting. **De lichtreactie vindt plaats in het thylakoïd van de chlorofyl.**

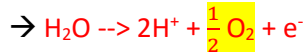


2.4.2) Verklaring schema I: van licht naar chemische energie

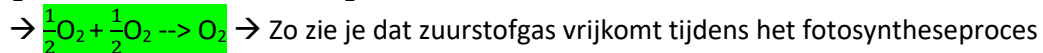
*Stap 1: Zonlicht wordt geabsorbeerd door het chlorofyl.

*Stap 2: Het licht geabsorbeerd door het chlorofyl zorgt voor een transfer van waterstofatomen en elektronen van H_2O en NADP^+ . Er gaat ook een elektron naar ADP.

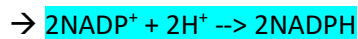
*Stap 3: Fotolyse water: water wordt gesplitst onder invloed van licht, elektronen komen hierbij vrij



*Stap 4: $\frac{1}{2}\text{O}_2$ reageert met nog eens $\frac{1}{2}\text{O}_2$ in de lucht en vormt O_2



*Stap 5: De 2H^+ die nu is overgebleven van de fotolyse van water reageert met NADP^+ om NADPH te vormen.



\rightarrow In NADPH wordt tijdelijk energie van de elektron opgeslagen (I)

*Stap 6: Herinner je de elektron uit stap 2 die ook naar ADP is gegaan, hierdoor zal ADP negatief geladen worden waardoor het zal binden met een fosfaatgroep P_i om ATP te maken.



\rightarrow Dit noemen we de **fosforylisatie** van ADP, gebeurt m.b.v. E uit e^- (zie 2.4.3)

*We hebben nu stapsgewijs ATP en NADPH gevormd, dit zijn energierijke chemische bindingen.

Wanneer deze gevormd zijn, is de lichtreactie klaar!

2.4.3) Verklaring stap 1-3 schema I: fotosystemen

*In stap 1 hebben we gezegd dat lichtenergie geabsorbeerd worden door het chlorofyl.

\rightarrow Dit chlorofyl bevat op zijn beurt drie verschillende bladpigmenten

(1) Chlorofyl a (Xa) = de koning der chlorofyls

(2) Chlorofyl b (Xb)

(3) Caroteen

Xb en caroteen kunnen enkel lichtenergie doorgeven aan Xa.

*Xa, Xb en caroteen vangen lichtdeeltjes (= fotonen) op.

\rightarrow Opgevangen E (= energie) wordt doorgegeven tot reactiecentrum bereikt (**e^- -transportketen**)

\rightarrow Van waar the fuck komen deze elektronen gast? Deze elektronen worden uit het chlorofyl gestoten wanneer er licht wordt geabsorbeerd (aangeslagen toestand elektronen)

\rightarrow Reactiecentrum = 2Xa + elektronenacceptor

\rightarrow Eenmaal het elektron de reactiecentrum heeft bereikt komt Xa niet terug naar

zijn grondtoestand maar wordt het doorgegeven aan de **elektronenacceptors**, dit is stap 2 van de lichtreactie op de schema.

Chlorofyl a moet terug naar grondtoestand $\rightarrow \text{e}^-$ die vrijkomen bij de fotolyse van water brengen Xa terug naar zijn grondtoestand

*Er bestaan twee fotosystemen: fotosysteem I en II

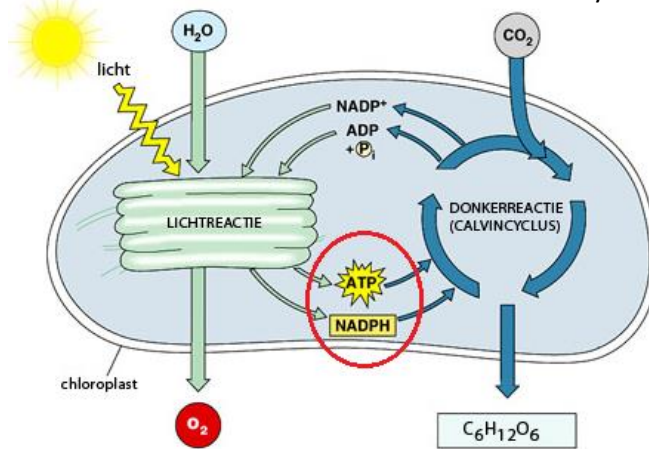
\rightarrow Als e^- van I naar II vliegt verliest het hierbij energie

\rightarrow Deze energie wordt gebruikt om ATP uit ADP te maken (zie stap 6 van schema I).

Elektronen die de elektronenacceptors hebben opgevangen worden in het fotosysteem gebruikt om NADP^+ te reduceren tot NADPH

2.5) Tussen de licht- en donkerreactie in

*We situeren ons nu in het midden van het fotosyntheseproces:



Als onze energierijke chemische producten ATP en NADPH zijn gemaakt is de lichtreactie gedaan.

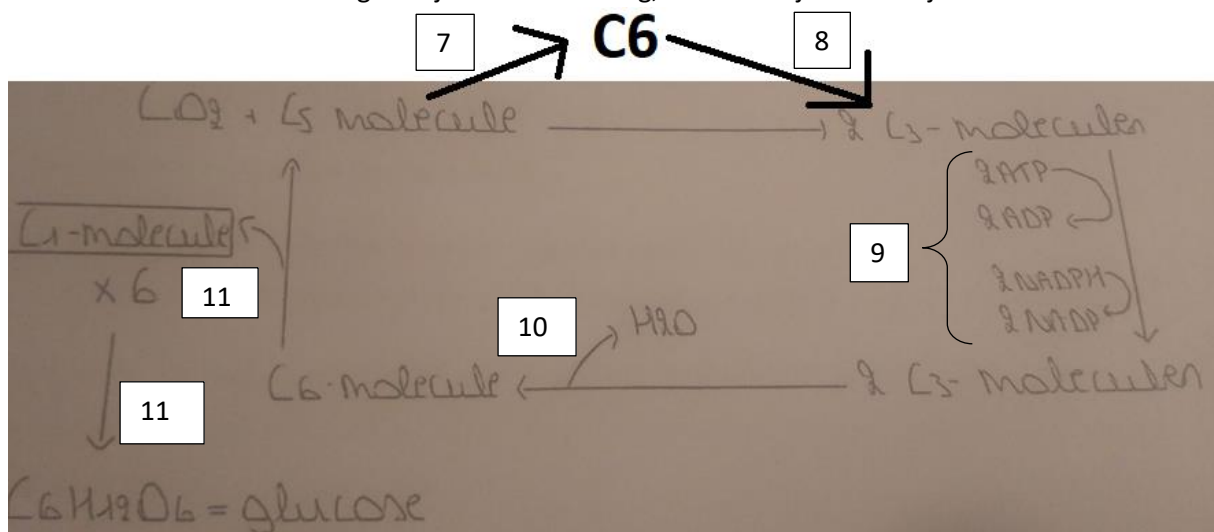
Onze gevormde ATP en NADPH vliegen naar de stroma om als energiebron gebruikt te worden in het 2^{de} deel van de fotosyntheseproces, de donkerreacties.

2.6) De donkerreactie

*De donkerreactie vindt plaats in het stroma

2.6.1) Schema II mvr. Smets: donkerreactie

*De schematische voorstelling vind je hieronder terug, deze is ietsjes makkelijker dan de lichtreactie.



2.6.2) Verklaring schema II

We bouwen verder op de lichtreactie, dus we beginnen vanaf stap 7:

*Stap 7: De plantencel neemt nu CO_2 op, CO_2 bindt met een C_5 molecule en vormt dus een C_6 -molecule. → **Je ziet nu goed dat CO_2 daadwerkelijk wordt opgenomen in de plantencel.**

*Stap 8: Dit C_6 -molecule is zéér onstabiel en vervalst meteen in twee C_3 -molecules

*Stap 9: Deze twee C_3 -molecules worden gereduceerd (= gaan elektronen opnemen) tot twee andere C_3 -molecules, dit gebeurt m.b.v. de energie van de energierijke bindingen ATP en NADPH die nu gaan oxideren (= elektronen afgeven).

→ **Het is belangrijk om te beseffen dat de twee C_3 -molecules uit stap 8 anders zijn dan de twee C_3 -molecules uit stap 9.**

*Stap 10: Deze twee C_3 -molecules reageren samen tot één C_6 -molecule, bij dit proces splitst

water af.

*Stap 11: De nieuwgevormde C₆-molecule splitst nu in één C₅-molecule en één C₁-molecule. Echter hebben we 6 C₁-moleculen nodig, dus herhalen we het proces 6 keer opnieuw met onze C₅-moleculen die gevormd worden om uiteindelijk glucose (de C₆-molecule) te verkrijgen.

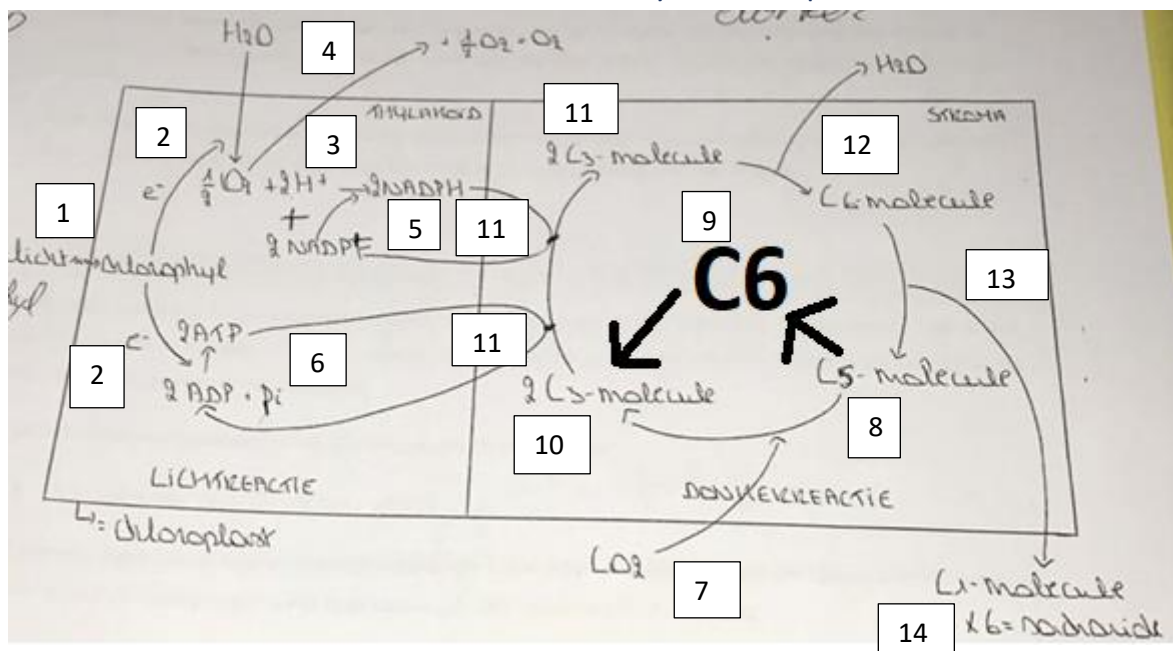
→ **Let op: de gevormde C₆-molecule in stap 8 en 10 is niet glucose!**

*Nu is het fotosyntheseproces gedaan, we hebben namelijk glucose gevormd! Ik heb de licht- en donkerreactie apart uitgelegd om de overzichtelijkheid te bewaren, eigenlijk vormen deze twee reacties het groter geheel: het fotosyntheseproces! We vatten nog eens samen...

2.7) Het fotosyntheseproces: licht- en donkerreactie samen

*We bekijken de licht- en donkerreactie nu als één geheel.

2.7.1: Schema III Smets: het fotosyntheseproces



Credits to Ortwin die me deze verlichte foto heeft doorgestuurd.

We herhalen de stappen nog eens op het grote schema:

De lichtreactie vindt plaats in het thylakoïd van de plantencel

STAP 1: Chlorophyl neemt licht op m.b.v. de fotosystemen I en II (zie puntje 2.4.3)

STAP 2: Elektronen en waterstofatomen gaan van de chlorophyl naar de H₂O en ADP, dit zijn onze elektronenacceptors

STAP 3: De H₂O wordt ontbonden onder invloed van het licht tot O₂ en H⁺, bij dit proces komen ook elektronen vrij, de vrijgekomen elektronen zullen het aangeslagen Xa reduceren.

STAP 4: De zuurstof die vrijkomt reageert met andere zuurstof in de buitenlucht om zuurstofgas te vormen. **Je ziet hier direct dat bij fotosynthese zuurstofgas vrijkomt.**

STAP 5: De overgebleven H⁺tjes reduceren (= pakken elektronen af van) NADP⁺ om NADPH te vormen

STAP 6: Herinner je de elektron die naar ADP is gegaan in stap 2, als ADP nu bindt met een fosfaatgroep vormt het nu ATP

*** De lichtreactie is nu gedaan: lichtenergie is omgezet naar chemische energie (ATP/NADPH) ***

STAP 7: CO₂ wordt nu opgenomen in het **stroma**.

STAP 8: CO₂ reageert met de C₅-molecule (pentose) in de stroma.

STAP 9: CO₂ + C₅ → C₆

STAP 10: Dit C₆-molecule is zéér onstabiel en valt dus uiteen in twee C₃-moleculen.

STAP 11: Deze twee C₃-moleculen worden met behulp van onze energierijke chemische verbindingen ATP en NADPH gereduceerd (= elektronen opgenomen) tot twee andere C₃-moleculen.

→ ATP en NADPH gaan hun elektronen afgeven en worden dus geoxideerd.

→ **In deze stap zie je het verband tussen de licht- en donkerreactie**

STAP 12: Onze nieuwe C₃-moleculen zullen binden tot één C₆-molecule, bij dit proces wordt er water afgesplitst.

→ **In deze stap zie je goed dat er water wordt afgesplitst tijdens de fotosynthese**

STAP 13: De C₆-molecule zal ontbonden worden in één C₁-molecule (we hebben 6 van deze C₁ molecules nodig om glucose te vormen) en dezelfde C₅-molecule waarmee we de donkerreactie (Calvincyclus) mee zijn begonnen.

STAP 14: We herhalen de Calvincyclus 6 keren om glucose te vormen.

Dit was het hele fotosyntheseproces, je mag trots zijn op jezelf dat je fotosynthese in detail nu doorhebt! We hebben nu de zelftest (om te kijken of je de leerstof hebt begrepen), daarna in hoofdstuk 3 bekijken we het omgekeerde proces: celademhaling.

2.8) Fotosynthese vs. chemosynthese

* **Fotosynthese** is het proces waarbij plantencellen energierijke koolstofverbindingen aanmaken op basis van **zonne-energie**.

* **Chemosynthese** is het proces waarbij organismen energierijke verbindingen maken uit andere **anorganische stoffen**, dus niet op basis van zonne-energie.

2.8) Zelftest: heb ik fotosynthese begrepen?

2.8.1) Meerkeuzevragen Abdellah + Biogenie 5.2

VRAAG 1: De juiste reactievergelijking van fotosynthese is...

- A) $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$
- B) $CO_2 + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + O_2$
- C) $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$
- D) $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow$ *boeit mij niks ik ga credits inzetten*

VRAAG 2: Synoniemen van fotosynthese zijn...

- A) Koolstofassimilatie, suikersynthese
- B) C-opname, suikersynthese
- C) Koolstofassimilatie, bladgroenverlichting
- D) Lichtreactie, donkerreactie

VRAAG 3:

Gegeven zijn 3 stofwisselingsprocessen:

- I) Productie van organische stoffen waartoe andere organische stoffen uit de omgeving worden opgenomen.
- II) Productie van organische stoffen waartoe alleen anorganische stoffen uit de omgeving worden opgenomen.

III) Productie van anorganische stoffen waartoe organische stoffen uit de omgeving worden opgenomen.

Welke van deze processen komen voor bij planten en niet bij herbivoren?

- A) Alleen I
- B) Alleen II
- C) Alleen I en II
- D) Alle processen

VRAAG 4: Alle pigmentmoleculen (Xa, Xb en caroteen) in de chloroplasten absorberen...

- A) licht
- B) kapitalisme
- C) communismen
- D) Cuba

VRAAG 5: Wanneer dit licht is geabsorbeerd, komen elektronen...

- A) In de grondtoestand terecht
- B) Van de grondtoestand in de aangeslagen toestand terecht
- C) Van de aangeslagen toestand in de grondtoestand terecht
- D) In een lager energieniveau terecht.

VRAAG 6: De belangrijkste bijdrage van H_2O aan de lichtreacties bestaat uit het leveren van...

- A) Waterstofgas
- B) Zuurstofgas
- C) Fotonen
- D) Elektronen

VRAAG 7: Tijdens lichtreacties worden ADP en $NADP^+$

- A) Geoxideerd
- B) Gereduceerd
- C) Geïsomeerd
- D) Ik wil vakantie.

VRAAG 8: Tijdens de lichtreacties vliegen (stromen) elektronen van...

- A) Chlorofyl naar H_2O
- B) O_2 naar chlorofyl
- C) H_2O naar chlorofyl
- D) Fotosysteem I naar fotosysteem II

VRAAG 9: Uiteindelijk worden in de lichtreacties energierijke elektronen overgedragen op...

- A) NADPH
- B) $NADP^+$
- C) ATP
- D) ADP

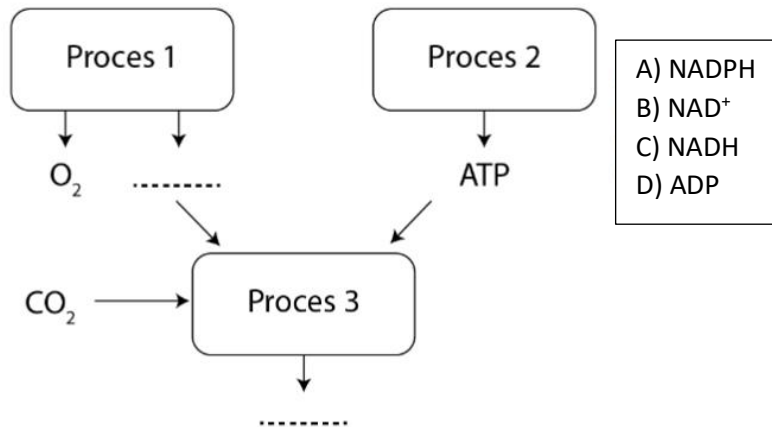
VRAAG X: Wat is het verschil tussen foto- en chemosynthese

- A) Er is geen verschil tussen beide begrippen.
- B) Fotosynthese gebeurt op basis van zonlicht terwijl chemosynthese gebeurt op basis van chemische stoffen.
- C) Fotosynthese gebeurt op basis van anorganische stoffen terwijl chemosynthese op basis van zonlicht gebeurt.

D) Fotosynthese gebeurt op basis van zonlicht terwijl chemosynthese op basis van anorganische stoffen gebeurt.

2.8.2) Meerkeuzevragen biologie-olympiade

VRAAG 10: **(Biologie-olympiade eerste ronde 2018)** In onderstaande schema vind je een vereenvoudigde voorstelling van een stofwisselingsproces. Welke molecule wordt geproduceerd in proces 1 en is belangrijk voor proces 3?



VRAAG 11: **(Biologie-olympiade eerste ronde 2017)** Fotosynthese is een proces dat zich in plantencellen afspeelt en waarbij glucose wordt gevormd. Welke uitspraak is correct?

- A) De donkerreacties vinden ook plaats wanneer het licht is.
- B) De donkerreacties vinden plaats na de lichtreacties en bestaan uit een cyclus van enzymatische reacties die we de Krebscyclus noemen.
- C) De donkerreacties vinden plaats in het thylakoidmembraan, de lichtreacties in het stroma.
- D) Bij de lichtreacties wordt ook CO_2 gevormd.

VRAAG 12: **(Biologie-olympiade eerste ronde 2015)** Tijdens welke proces(sen) ontstaat ATP als je weet dat ATP (adenosinetrifosfaat) veel energie bevat?

- I) Calvincyclus (donkerreactie)?
- II) Glycolyse?
- III) Lichtreactie?
- IV) Oxidatieve fosforylering?

- A) Proces I
- B) Proces II, III en I
- C) Proces I, III, IV
- D) Proces II, III, IV

Vraag 13: **(Biologie-olympiade eerste ronde 2014)** De lichtafhankelijke processen van de fotosynthese resulteren in de vorming van...

- A) O_2
- B) $NADPH + H^+$
- C) ATP
- D) Alle bovenstaande producten

Vraag 14: **(Biologie-olympiade eerste ronde 2013: niet-discriminerende vraag)** Via de huidmondjes (stomata) passeert waterdamp, CO_2 en O_2 . Welke uitspraak is juist?

- A) CO₂ wordt gebruikt tijdens de Calvencyclus en O₂ komt vrij tijdens de fotolyse.
- B) H₂O en O₂ komen vrij tijdens de fotolyse en CO₂ wordt gebruikt tijdens de Calvencyclus
- C) CO₂ wordt gebruikt tijdens de fotolyse en O₂ komt bij dat proces vrij.
- D) H₂O en CO₂ komen vrij tijdens de Calvencyclus en O₂ komt vrij tijdens de fotolyse

Vraag 15: **(Biologie-olympiade eerste ronde 2013: discriminerende vraag)** De energierijke stoffen die geproduceerd worden tijdens de lichtafhankelijke reacties en gebruikt worden tijdens de lichtonafhankelijke reacties zijn:

- A) Zuurstofgas en ATP
- B) NADH + H⁺ en ATP
- C) FADH₂ en ATP
- D) NADPH + H⁺ en ATP

2.8.3) Meerkeuzevragen ingangsexamen geneeskunde

Vraag 16: **(ingangsexamen geneeskunde augustus 2016)** Welke processen doen zich voor tijdens de lichtafhankelijke reacties van fotosynthese?

- A) Splitsing van H₂O, synthese van ATP, reductie van NADPH, vorming van O₂, oxidatie van CO₂
- B) Oxidatie van H₂O, reductie van NADP⁺, fosforylering van ADP, reductie van O₂
- C) Oxidatie van H₂O, synthese van ATP, reductie van NADPH, vorming van glucose
- D) Splitsing van H₂O, reductie van NADP⁺, synthese van ATP, vorming van O₂.

Vraag 17: **(ingangsexamen geneeskunde juli 2017)** Welke van volgende stellingen is juist?

- A) In alle eukaryote cellen vindt zowel fotosynthese als celademhaling plaats.
- B) Fotosynthese en celademhaling zijn metabole processen die tegelijkertijd kunnen optreden in cellen van autotrofe organismen.
- C) Zowel fotosynthese als celademhaling zijn licht- en temperatuurafhankelijk
- D) Fotosynthese en celademhaling gebeuren in afzonderlijke, gespecialiseerde organellen maar nooit tegelijkertijd.

2.8.4) Oplossingen meerkeuzevragen Abdellah + biogenie

$$1 = A / 2 = C / 3 = C / 4 = A / 5 = B / 6 = D / 7 = B / 8 = D / 9 = B / X = D$$

2.8.5) Oplossingen meerkeuzevragen olympiade

10 = A

--> Molecule B bestaat niet = KO

Molecule C bestaat ook niet = KO

ADP wordt geproduceerd tijdens proces 2 zoals af te lezen valt, D = KO

NADPH wordt geproduceerd tijdens de lichtreactie, het wordt gereduceerd uit NADP⁺, wanneer CO₂ in het spel komt in de donkerreactie zullen de besproken C₃-moleculen gereduceerd worden tot andere C₃-moleculen wat gebeurt door oxidatie van NADPH = belangrijk voor proces 3.

Dus, A = OK.

11 = A

--> B = KO --> bij de donkerreacties komen géén enzymen van te pas, we noemen het ook de Calvin-cyclus en niet de Krebscyclus.

C = KO --> De donkerreacties vinden plaats in het stroma!

D = KO --> Bij lichtreacties wordt O₂ gevormd en afgegeven, niet CO₂.

A = OK --> De donkerreacties vinden natuurlijk ook plaats als het licht is, anders zou de

fotosynthese énkél 's nachts afgewerkt kunnen worden.

12 = D

--> A = KO, want: tijdens calvincyclus wordt géén ATP aangemaakt, wél verbruikt.

--> B = KO, idem A

--> C = KO, idem A

--> D = OK, celademhaling hebben we tot nu toe maar beknopt gezien in de samenvatting maar je kon uit eliminatie bepalen dat D = OK. Of je weet al dat bij glycolyse netto 2x ATP ontstaat en kon je het ook zo direct weten. Zie volgend hoofdstuk.

13 = D

--> D = OK --> Je ziet op de schema/stappenplan dat zowel ATP als NADPH als O_2 wordt gevormd.

14 = A

--> B = KO, H_2O komt niet vrij maar wordt gebruikt tijdens de fotolyse

--> C = KO, tijdens de fotolyse wordt H_2O verbruikt, niet CO_2 .

--> D = KO, CO_2 komt niet vrij tijdens de Calvincyclus, H_2O daarentegen wel

--> A = OK, meest juiste: CO_2 gebruikt in calvincyclus en O_2 komt vrij bij fotolyse

15 = D

--> A = KO, zuurstofgas wordt afgegeven tijdens de lichtreactie en dus niet gebruikt in de donkerreactie

--> B = KO, niet NADH!

--> C = KO, niet FADH(2), deze stof hebben we niet eens geleerd?

--> D = OK, de stoffen die we hebben geleerd dat vrijkomen --> zie schema (die je vanbuiten kent)

2.8.6) Oplossingen meerkeuzevragen ingangsexamen

16 = D

--> A = KO, B = KO, C = KO → Er wordt gespeeld met een aantal begrippen, ze worden door elkaar verwisseld om te kijken of je je theorie kent.

--> D = OK → H_2O wordt gesplitst, $NADP^+$ wordt inderdaad gereduceerd tot NADPH, ATP wordt gesynthetiseerd uit ADP, O_2 wordt gevormd bij de splitsing van H_2O .

17 = B

--> A = KO → Dierlijke cellen = eukaryoot, maar géén fotosynthese

--> C = KO → Celademhaling is gelukkig niet lichtafhankelijk, anders kon je geen suikers meer verbranden 's nachts en had je géén energie dan.

--> D = KO → Fotosynthese en celademhaling kunnen tegelijk gebeuren --> B = OK!

*Hopelijk had je voldoende vragen juist! We gaan nu over naar het omgekeerde proces: celademhaling!

3) Celademhaling

*Celademhaling is het omgekeerde proces van fotosynthese.

3.1) Autotrofe vs. heterotrofe organismen

*Autotrofen: maken voedsel/energie zelf aan via fotosynthese. --> staan onderaan voedselketen

⇔ heterotrofen: voeden zich met planten, andere organismen --> halen hier hun E uit

→ We bekijken nu de stofwisseling bij heterotrofe organismen (maar ook autotrofen: planten doen ook aan celademhaling, echter doen heterotrofen niet aan fotosynthese).

3.2) Aerobe- vs. anaerobe energieproductie

*Aeroob = met O_2 ⇔ anaeroob = zonder O_2 (hier wordt melkzuur geproduceerd)

3.3) Aerobe celademhaling: beknopt

3.3.1) Noodzakelijkheid van zuurstof

*Organische moleculen = energierijk --> enzymen: organische moleculen katalyseren tot afvalstoffen, tijdens deze reactie komt E vrij --> deze E gebruikt voor arbeid, anabolisme, warmte.

--> Voor volledige afbraak stoffen is O_2 noodzakelijk, daarom noemen we aerobe ademhaling ook:

ademhaling, oxidatie of verbranding

⇔ **In tegenstelling tot fotosynthese, is de aanwezigheid van zuurstof noodzakelijk voor de aerobe celademhaling.**

3.3.2) Verloop van de aerobe celademhaling

*De celademhaling gebeurt in 3 opeenvolgende stappen die lichtonafhankelijk zijn:

→ Glycolyse (+ verbindingsreactie) --> afbraak van suiker met rendement van 2ATP

--> **Totaal rendement = 2ATP --> Als je gaat lopen ga je niet ver komen**

→ Citroenzuurcyclus (Krebcyclus) --> afbraak C_2 -moleculen met C_4 moleculen, rendement = 2ATP

--> **Totaal rendement = 4ATP --> Je zal nog steeds niet ver kunnen lopen nu**

→ Terminale oxidatie --> e^- vliegen tussen enzymen = e^- energieverlies = E-winst aanmaak ATP
= ATP-boost, rendement = 34 ATP

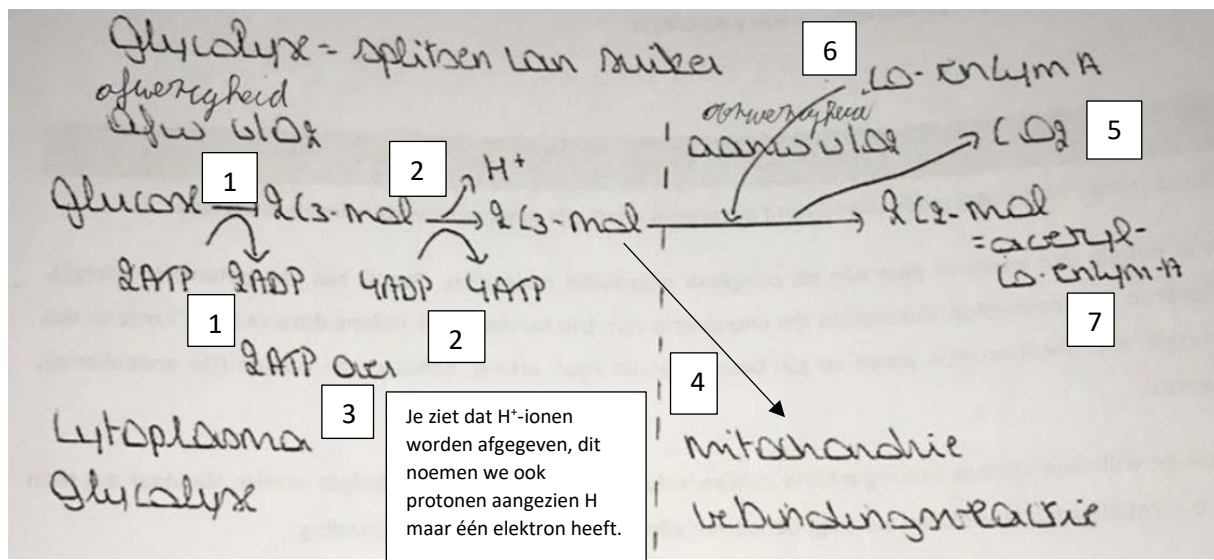
--> **Totaal rendement ATP = 38ATP --> Je zal nu een paar rondjes rond de school kunnen lopen**

3.4) Aerobe celademhaling: reactie per reactie

3.4.1) Glycolyse (+ verbindingsreactie): schema IV Smets

*Je moet de schema op de volgende pagina natuurlijk vanbuiten kennen:

--> Glycolyse gebeurt in afwezigheid van O_2 , de verbindingsreactie in aanwezigheid van O_2



3.4.2) Schema IV Smets: verklaring

*Je zal zien dat celademhaling (ongeveer) precies het omgekeerde is van fotosynthese.

--> **Deel 1: Glycolyse in het cytoplasma van de cel (afwezigheid zuurstofgas)**

STAP 1: Glucose (C₆-molecule die aan het einde van de calvincyclus tijdens fotosynthese is gemaakt) wordt omgezet naar 2 C₃-moleculen, hierbij wordt 2 ATP omgezet in 2 ADP.

STAP 2: Deze C₃-moleculen (triosen) worden geoxideerd in 2 andere triosen (pyruvaat). In dit proces wordt 4 ADP omgezet in 4 ATP.

→ De C₃-moleculen van stap 1 en 2 zijn isomeren van elkaar, dit betekent dat ze dezelfde chemische brutoformule hebben maar een verschillende structuur.

STAP 3: Als je de som maakt van het netto-aantal ATP dat we hebben: $4\text{ ATP} - 2\text{ ATP} = 2\text{ ATP}$.

[STOP 1: Hier stopt de anaerobe celademhaling, aangezien de volgende reactie in aanwezigheid met O₂ verloopt. Als er geen O₂ is zal het gevormde pyruvaat reageren met het afgesplitste H⁺ tot lactaat (melkzuur). Anaerobe bewegingen kan je niet lang volhouden omdat er maar 2 ATP gemaakt wordt.]

--> Dankzij het opgebouwde melkzuur van de anaerobe ademhaling krijg je spierkramp.

--> **Deel 2: verbindingreactie in de mitochondrie (aanwezigheid O₂)**

STAP 4: De 2 C₃-moleculen bewegen nu naar het mitochondriale matrix in aanwezigheid van O₂

STAP 5: De 2 C₃ worden geoxideerd (= elektronen afgeven) door afgifte van CO₂.

→ Je ziet hier al goed dat we CO₂ uitademen bij verbranding van glucose

STAP 6: De 2 C₃-moleculen reageren tegelijkertijd ook met co-enzym A.

STAP 7: Hierdoor worden 2 C₂-moleculen gemaakt die we acetyl-co enzym A noemen.

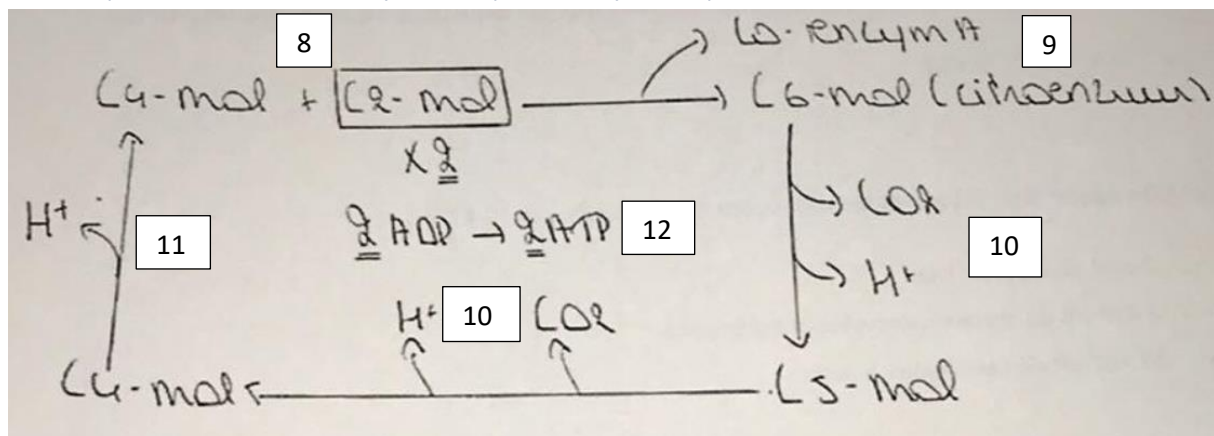
Stap 5 en 6
zijn gelijktijdig

*Opmerkingen:

1) Tijdens de glycolyse wordt naast H⁺ ook NADH gevormd.

2) Aangezien er twee pyruvaatmoleculen (C₃) zijn die geoxideerd moeten worden, komt er ook twee keer CO₂ vrij.

3.4.3) Citroenzuurcyclus (Krebcyclus): Schema V Smets



3.4.4) Schema V Smets: verklaring

We gaan verder vanaf de verbindingsreactie, we beginnen dus bij stap 8:

STAP 8: C₂-molecule van de verbindingsreactie (**acetyl-co-enzym A**) zal reageren met een C₄-molecule van in het mitochondriaal matrix.

STAP 9: Co-enzym A zal zich afsplitsen tijdens deze reactie, we houden een C₆-molecule over.

--> We noemen dit C₆-molecule **citroenzuur** (aahja! Daarom: citroenzuurcyclus)

STAP 10: Citroenzuur wordt terug stapsgewijs afgebroken tot een C₄-molecule door afsplitsing van CO₂ en H⁺ --> Je ziet hier nog eens goed dat we CO₂ uitademen

STAP 11: De bekomen C₄-molecule wordt geoxideerd en we hebben nu terug de C₄-molecule van het begin.

STAP 12: Dit proces herhaalt zich **2x** omdat we 2 keer acetyl-co enzym A hebben gemaakt tijdens de verbindingsreactie. Met gevolg is de opbrengst van de citroenzuurcyclus **2ATP**.

→ Het totaal rendement van de glycolyse (+ verbindingsreactie) met de citroenzuurcyclus erbij bedraagt nu 4ATP. Nog steeds weinig. Gelukkig komt de ATP-boost in de laatste stap.

*Opmerking: in de tussenstappen van de citroenzuurcyclus komt naast ATP ook NADH en FADH₂ vrij. Deze laatste twee stoffen zijn ook verantwoordelijk voor de elektronen van de eindoxidaties.

3.4.5) Terminale oxidaties

*Elektronen in NADH en FADH₂ worden in de mitochondriën overgedragen via elektronentransportketen.

*De terminale oxidatie verloopt natuurlijk met zuurstofgas. Elektronen worden via O²⁻ vervoerd

*Deze stap levert het grootste aantal ATP-moleculen op: elektronentransportketen (via O²⁻ vervoerd)

→ Elektronen worden tussen de enzymen gelegen op de granulae van de cristae van de mitochondriën doorgegeven (= redoxreactiesketen)

--> OIL RIG --> Oxidation Is Loss = elektronen worden afgegeven

Reduction Is Gain = elektronen worden opgenomen

--> Bij elke overgang van de elektronen verliezen ze een beetje energie waardoor ATP gevormd kan worden. In totaal gaat het om 34ATP.

→ We hebben nu in totaal 38ATP, dat is wel redelijk goed. Je kan nu overleven!

--> 2ATP uit de glycolyse

--> 2ATP uit de citroenzuurcyclus (krebcyclus)

--> 34ATP uit de terminale oxidatie

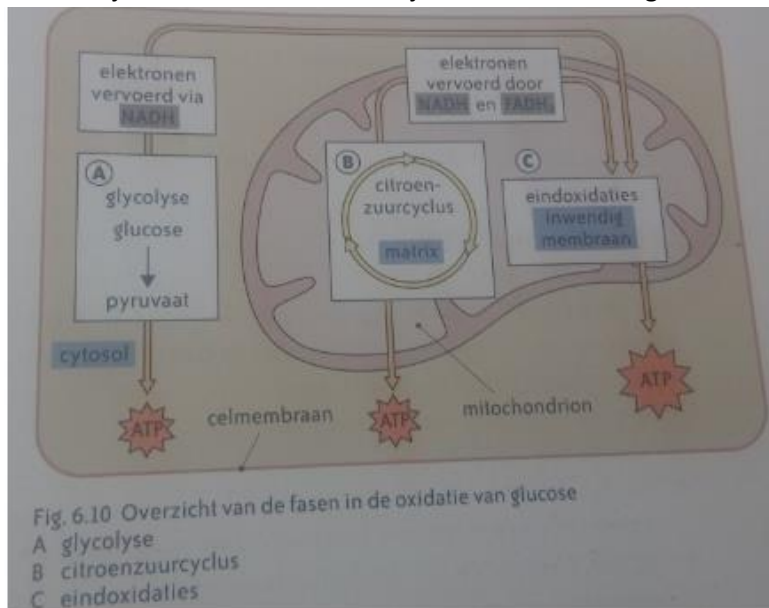
*Op het einde van de terminale oxidatie gaan de overgebleven elektronen en waterstofatomen (die zijn afgegeven tijdens glycolyse en verbinding) reageren met het opgenomen zuurstofgas (aerobe celademhaling!) tot water: $2\text{H}^+ + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

--> Je ziet hier goed dat we waterdamp 'uitzweten' bij verbranding van suiker.

*In stroomdiagram: elektronboost --> redoxreacties enzymen --> +34 ATP --> H_2O afgeven

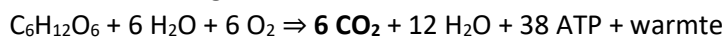
3.4) Overzicht (an)aerobe celademhaling

*Hier zien jullie een mooi schemaatje dat celademhaling kort maar krachtig samenvat.



Je ziet hier goed het verband tussen alle processen, glycolyse zal glucose omzetten tot pyruvaat waarbij 2ATP ontstaat (hier stopt de anaerobe celademhaling), in de mitochondrie zal de citroenzuurcyclus de bekomen C3-moleculen oxideren tot 2 C2-moleculen (acetyl-co enzym A), tijdens de eindoxidaties zullen elektronen zorgen voor een ATP-boost: nu hebben we 38 ATP.

*De celademhaling kunnen we samenvatten in één reactievergelijking:



--> Niet alle energie wordt nuttig gebruikt: warmte komt vrij (zie 3.5)

--> Dit is handig voor warmbloedige dieren

--> Vereenvoudigd: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

3.4) Anaerobe celademhaling

*Door afwezigheid van zuurstofgas gaan alle processen die met zuurstofgas plaatsvinden niet meer doorgaan, dit betekent dat de celademhaling stopt bij de glycolyse (zie groen gemarkeerde deel).

--> Pyruvaat zal reageren met H^+ om lactaat (melkzuur) te vormen, zo kan je toch nog éventjes door blijven bewegen maar deze bewegingen leveren weinig energie (2ATP), kan je dus moeilijker volhouden én je krijgt hiervan spierkramp (ja, want lactaat is gevormd!).

--> Melkzuur wordt gemaakt op basis van de oxidatie van NADH^+

➔ Wat na een anaerobe sportieve inspanning? Als er terug voldoende zuurstofgas is kunnen de andere cycli verder verlopen om een ATP-boost te verkrijgen. Lactaat wordt geleidelijk aan terug afgebroken tot pyruvaat, pyruvaat wordt afgebroken tot acetyl-co enzym A en kan terug verder reageren in de andere cycli.

--> Pyruvaat kan ook ethanol vormen bij de alcoholische gisting, dit wordt gemaakt op basis van ethanal en NADH^+ , dit is ook een voorbeeld van anaerobe celademhaling.

3.5) Uitbreiding: ingangsexamen geneeskunde (niet kennen)

*Hier behandel ik dingen die niet in onze cursus staan maar dingen die ik wél tegenkwam bij vragen van het ingangsexamen geneeskunde over dit hoofdstuk.

3.5.1) Rendementsberekening aerobe celademhaling

***Vraag 2 Augustus 2013 ingangsexamen geneeskunde:**

→ Bij biochemische reacties wordt nuttige energie opgeslagen onder de vorm van ATP (ongeveer 30 kJ/mol), de rest van de reactie-energie komt vrij als warmte.

Als je weet dat de chemische verbrandingswarmte van glucose 2880 kJ/mol is, hoe efficiënt (hoe groot is het rendement) van de celademhaling?

A) 35% B) 50% C) 65% D) 81%

→ Je herinnert je uit de fysica dat het rendement η gelijk is aan...

$$\eta = \frac{\text{nuttige energie}}{\text{totale energie}}$$

→ Je beseft hier dat de nuttige energie de energie is die wij gebruiken aan ATP.

--> Je kan dit herschrijven als: $\eta = \frac{\text{nuttige energie in ATP}}{\text{totale energie in glucose}}$

→ Je weet dat we 38 ATP-moleculen per ronde van celademhaling aanmaken, dus per keer dat we glucose aanmaken. Je kan dus invullen...

$$\eta = \frac{38 \cdot 30 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}}{2880 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}}$$

→ Na hoofdrekenen en de staartdeling kom je op een rendement van ongeveer 35%. Dit komt overeen met antwoordmogelijkheid A.

3.6) Zelftest: heb ik celademhaling begrepen?

3.6.1) Meerkeuzevragen Abdellah + Biogenie 5.2

VRAAG 1: In welke fase wordt ingeademd O_2 verbruikt?

- A) Glycolyse
- B) Citroenzuurcyclus
- C) Eindoxidaties
- D) Glycolyse + citroenzuurcyclus + eindoxidaties

VRAAG 2: Welke verbinding is geen product van de citroenzuurcyclus?

- A) Pyruvaat
- B) ATP
- C) $NADH + H^+$
- D) $FADH_2$

VRAAG 3: Bij de oxidatie van glucose onderscheiden we drie reactieketens

- I) Glycolyse
- II) Citroenzuurcyclus
- III) Eindoxidaties

Bij welke reactieketen ontstaat het meeste ATP en bij welke het minste?

- A) Meeste bij II en minste bij I

- B) Meeste bij II en minste bij III
- C) Meeste bij III en minste bij I
- D) Meeste bij III en minste bij II

VRAAG 4: Energie voor de oxidatieve fosforylatie (P toevoegen) is rechtstreeks afkomstig van...

- A) ATP
- B) NADH en FADH_2
- C) NAD^+ en FAD
- D) De terugstroom van protonen via ATP-synthase

VRAAG 5: Tijdens de melkzuurgisting wordt...

- A) Lactaat gereduceerd en NADH geoxideerd
- B) NAD^+ gereduceerd en pyruvaat geoxideerd
- C) Pyruvaat gereduceerd en NADH geoxideerd
- D) NADH gereduceerd en lactaat geoxideerd

VRAAG 6: Welke cyclus valt stil als er onvoldoende O_2 te voorhanden is?

- A) Glycolyse
- B) Citroenzuurcyclus
- C) Eindoxidaties
- D) citroenzuurcyclus + eindoxidaties

3.6.2) meerkeuzevragen biologie-olympiade

VRAAG 7: **(eerste ronde biologie-olympiade 2017)**

Een leerling vergelijkt de fotosynthese met de celademhaling en komt tot volgende uitspraken.

Uitspraak (1) De O_2 die bij de fotosynthese vrijkomt, is afkomstig van de afbraak van H_2O en niet van de afbraak van CO_2 . De O_2 die tijdens de celademhaling gebruikt wordt komt terug vrij als H_2O en niet als CO_2 .

Uitspraak (2) In beide gevallen worden er eerst energierijke waterstofdragers (of elektronendonors) gevormd die in een latere fase hun energie weer vrijgeven.

Uitspraak (3) In het geval van de fotosynthese wordt de energie opgeslagen in een energierijke organische verbinding zoals glucose. Bij de ademhaling wordt er energie vrijgemaakt door een energierijke organische verbinding af te breken.

- a. Uitspraak (1) is fout.
- b. Uitspraak (1) en (2) zijn fout.
- c. Uitspraak (3) is fout.
- d. De drie uitspraken zijn juist.

VRAAG 8: **(eerste ronde biologie-olympiade 2016)**

Wat is de reden dat organismen in een anaerobe omgeving soms overgaan tot alcoholische fermentatie?

- a. De alcoholische fermentatie genereert meer mol ATP per mol glucose maar kan enkel in anaerobe condities worden uitgevoerd
- b. Door de afwezigheid van zuurstofgas kan pyruvaat niet worden geoxideerd tot acetyl-coA, wat noodzakelijk is om de krebscyclus te kunnen uitvoeren
- c. Door de afwezigheid van zuurstofgas als elektronenacceptor kan de elektronentransportketen (= oxidatieve fosforylering of eindoxidaties) niet plaatsvinden
- d. Door de afwezigheid van zuurstofgas kan geen CO_2 geproduceerd worden tijdens de glycolyse en kan de glycolyse dus niet plaatsvinden.

VRAAG 9: (eerste ronde biologie-olympiade 2016)

Welk deel van de celademhaling in een eukaryote cel kan deels worden beschreven door: "Sterk gereduceerde moleculen leveren energierijke elektronen die stapsgewijs hun energie afgeven in een keten van redoxreacties."

- a. elektronentransportketen (= oxidatieve fosforylering of eindoxidaties)
- b. glycolyse
- c. krebscyclus
- d. calvincyclus

VRAAG 10: (eerste ronde biologie-olympiade 2015)

Een bacterie bevindt zich in een omgeving waarin enkel glucose als mogelijke energiebron aanwezig is. De bacterie produceert ATP maar er is nooit een gas waarneembaar. Welk van de opgesomde processen kunnen in deze bacterie plaatsvinden?

- a. Glycolyse
- b. Melkzuurgisting
- c. Krebscyclus

- A) Geen van de drie
- B) Enkel a
- C) a en b
- D) a, b en c

VRAAG 11: (eerste ronde biologie-olympiade 2014)

Hieronder staan vier stellingen weergegeven.

1. De glycolyse is de afbraak van glucose tot pyruvaat.
2. Sommige reacties in de glycolyse vereisen energie-input.
3. Glucose kan enkel omgezet worden in pyruvaat onder aerobe omstandigheden.
4. Tijdens de glycolyse worden de energierijke verbindingen ATP en $\text{NADH} + \text{H}^+$ gevormd.

Welke van deze stellingen zijn juist?

- ☒ Alle stellingen behalve stelling 4 zijn juist.
- ☒ Enkel stelling 1 is juist.
- ☒ Alle stellingen behalve stelling 3 zijn juist.
- ☒ Alle stellingen zijn juist.
- ☒ ik wens niet te antwoorden

VRAAG 12: (eerste ronde biologie-olympiade 2013)

Een autotroof ééncellig organisme leeft tijdelijk in een volledig anaëroob milieu. Welke celorganel(len) zal/zullen in een dergelijk organisme niet functioneren?

- ☐ Golgi-apparaat
- ☐ Kern
- ☐ Mitochondria
- ☐ Chloroplasten
- ☐ ik wens niet te antwoorden

3.6.3) Meerkeuzevragen ingangsexamen geneeskunde

VRAAG 13: (ingangsexamenvraag biologie augustus 2015)

Tijdens welke fasen van de celademhaling wordt koolstofdioxidegas geproduceerd?

- <A> Omzetting van pyrodruivenzuur naar acetylCoA én citroenzuurcyclus
- Omzetting van pyrodruivenzuur naar acetylCoA én glycolyse
- <C> Citroenzuurcyclus én elektronentransportketen
- <D> Glycolyse én elektronentransportketen

VRAAG 14: (ingangsexamenvraag biologie augustus 2015)

Bij langdurig snel en diep ademen in rusttoestand, verdwijnt de normale ademhalingsprikkel en treedt een kortstondige ademstilstand op.

Wat gebeurt er met de zuurstofgasspanning, de koolstofdioxidegasspanning en de stikstofgasspanning van de lucht in de longblaasjes tijdens die ademstilstand?

- <A> De zuurstofgasspanning en de koolstofdioxidegasspanning nemen toe, de stikstofgasspanning neemt af.
- De zuurstofgasspanning neemt af, de koolstofdioxidegasspanning neemt toe en de stikstofgasspanning verandert niet of nauwelijks.
- <C> De zuurstofgasspanning neemt af, de koolstofdioxidegasspanning en de stikstofgasspanning nemen toe.
- <D> De zuurstofgasspanning, koolstofdioxidegasspanning en de stikstofgasspanningen veranderen niet of nauwelijks.

VRAAG 15: (ingangsexamenvraag biologie juli 2015)

Tijdens een experiment laat men een muis $^{18}\text{O}_2$ (een radio-isotoop van zuurstof) inademen en geeft men ze een waterige oplossing van $^{14}\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ te drinken (glucose met een radio-isotoop van koolstof, opgelost in water).

In welke van de onderstaande reactieproducten worden deze radio-isotopen het eerst aangetroffen?

- <A> water
- pyrodruivenzuur en water
- <C> koolstofdioxide en water
- <D> acetylCoA en water

VRAAG 16: (ingangsexamenvraag augustus 2012)

Welke van onderstaande uitspraken in verband met de glycolyse is correct?

- <A> Ze vindt plaats in de mitochondriale matrix
- Tijdens de glycolyse wordt zowel ATP verbruikt als gevormd
- <C> Bij de glycolyse van één glucose molecule bekomt men twee ethanol-moleculen
- <D> Wordt enkel ADP omgezet naar ATP, en niet omgekeerd

VRAAG 17: (ingangsexamenvraag juli 2011)

Welke bewering/beweringen is/zijn juist in verband met de functie van mitochondriën?

- 1) De belangrijkste functie is het omzetten van ATP naar ADP
- 2) De belangrijkste functie is het opslaan van ATP
- 3) Het aantal mitochondriën is evenredig met de nood aan energie voor die cel
- 4) Ze zorgen voor de celademhaling

- <A> Enkel bewering 1 is juist
- Enkel bewering 1 en 2 zijn juist
- <C> Enkel bewering 1, 3 en 4 zijn juist
- <D> Alle beweringen zijn juist

VRAAG 18: (ingangsexamenvraag modelvraag 2007)

Twee uitspraken over cellulaire ademhaling:

- 1) Dankzij cellulaire ademhaling kan energie opgeslagen in organische moleculen zoals glucose omgezet worden naar ATP
- 2) De diverse stappen van cellulaire ademhaling (zoals glycolyse, acetyl co-enzym A vorming, citroenzuurcyclus, elektronentransport keten, chemi-osmotische synthese van ATP) kunnen alleen plaatsvinden binnen de mitochondria die als batterijtjes van de cel fungeren.

- <A> Beide uitspraken zijn juist
- Beide uitspraken zijn onjuist
- <C> Alleen uitspraak 1 is juist, uitspraak 2 is onjuist
- <D> Alleen uitspraak 2 is juist, uitspraak 1 is onjuist

VRAAG 19: (ingangsexamenvraag juli 2002)

Suiker (glucose) wordt in ons lichaam gebruikt als belangrijkste energiebron. De verwerking van suiker vindt plaats tijdens een aantal processen: de glycolyse en vervolgens de citroenzuurcyclus.

Welk van deze processen vindt plaats in de mitochondriën (bij de mens)?

- <A> Glycolyse alleen
- Citroenzuurcyclus alleen
- <C> Glycolyse en citroenzuurcyclus
- <D> Geen van beide

VRAAG 20: (ingangsexamenvraag augustus 2012)

Wat is de verhouding van de CO₂-opbrengst bij verbranding van glucose via de citroenzuurcyclus in vergelijking met de alcoholische gisting?

- <A> 2/1
- 3/1
- <C> 6/1
- <D> 12/1

3.6.4) Oplossingen meerkeuzevragen Abdellah + Biogenie 5.

1 = C / 2 = A --> pyruvaat wordt tijdens glycolyse gemaakt / 3 = D / 4 = B / 5 = D / 6 = D
--

3.6.5) Oplossingen meerkeuzevragen biologie-olympiade

7 = D

--> 1 = OK → Tijdens fotosynthese komt zuurstofgas vrij, tijdens celademhaling wordt die gebruikt en komt ze terug vrij als water (wij, mensen, zweten)

--> 2 = OK → H₂O, NADH en FADH₂ zijn waterstofdragers (aahja, want ze bevatten H), zij geven later hun energie (elektronen) vrij.

--> 3 = OK → Bij fotosynthese wordt glucose gemaakt, bij celademhaling wordt glucose afgebroken.

--> 1 = 2 = 3 = OK → D = OK

8 = C

--> A = KO → anaerobe celademhaling genereert minder mol ATP per mol glucose.

--> B = KO → Pyruvaat wordt geeft CO₂ af, het wordt niet geoxideert m.b.v. zuurstofgas.

--> D = KO → Glycolyse vindt nog steeds plaats tijdens anaerobe celademhaling

--> C = OK → Elektronen zullen niet meer via O²⁻ kunnen worden vervoert, de eindoxidaties met de elektronen die een ATP-boost geven kan niet meer plaatsvinden.

9 = A

--> A = OK → letterlijk theorie: ATP-boost van elektronen die energie afgeven: redoxketen.

10 = C

--> B = KO → Tijdens de glycolyse wordt géén CO₂ afgesplitst (wél tijdens bindingsreactie!), maar

tijdens de melkzuurgisting ook niet, want anaerobe ademhaling = glycolyse.

--> D = KO → Tijdens de Krebcyclus komt 2x CO₂ vrij

--> C = OK → Tijdens glycolyse en anaerobe celademhaling komt géén CO₂ vrij.

--> A = KO → Zie C

11 = C

--> 1 = juist --> glucose wordt afgebroken tot pyruvaat tijdens de glycolyse

--> 2 = juist --> dit vereist energie-input, er wordt 2x ATP verbruikt tijdens de glycolyse

--> 3 = fout --> de glycolyse kan ook doorgaan onder anaerobe omstandigheden

--> 4 = juist --> Je weet van de schema dat ATP wordt gemaakt, dat is al genoeg om te antwoorden dat deze stelling juist is desondanks we niet zo uitgebreid over NADH hebben gesproken, je weet wél dat dit een energierijke chemische verbinding is dus zal dit wél ook worden gemaakt.

--> 1 = 2 = 4 = juist --> C = OK

12 = C

--> Je weet dat onder invloed van zuurstof het pyruvaat dat gemaakt is in het cytoplasma zich zal verplaatsen naar het mitochondrium, als er géén zuurstof is zal het mitochondrium dus tijdelijk ook niet werken: C = OK

3.6.6) Oplossingen meerkeuzevragen ingangsexamen GNK

13 = A

--> B = KO: tijdens de glycolyse wordt géén CO₂ geproduceerd.

--> C = KO: tijdens de elektronentransportketen ook niet.

--> D = KO: idem B en C

--> A = OK: bij de aanmaak van acetylCoA (co-enzym A) én de citroenzuurcyclus worden wél CO₂ geproduceerd.

14 = B

--> A = KO --> Als er een korte ademstilstand optreedt zal er geen O₂ worden opgenomen, de zuurstofspanning neemt dus af.

--> C = KO --> Stikstofgas wordt NIET gebruikt in ons lichaam

--> D = KO --> CO₂-spanning zal wél veranderen, we ademen CO₂ uit!

--> B = OK --> Zie verklaring A, C en D.

15 = B

--> A = KO --> Tijdens de glycolyse wordt glucose al omgezet tot pyruvaat, dus in de pyrodruivenzuur zullen we het ook als eerst aantreffen

--> C = KO --> De koolstofdioxide wordt pas tijdens de bindingsreactie afgegeven

--> D = KO

--> C = OK --> Zie verklaring A én tijdens de ATP-boost van de elektronentransportketen zullen we dit ook terugvinden.

16 = B

--> A = KO --> glycolyse vindt plaats in het cytoplasma!

--> C = KO --> Niet 2 ethanolmoleculen maar 2 ATP-moleculen!

--> D = KO --> Valstrik: er wordt een nettohoeveelheid ATP gevormd maar ATP wordt ook verbruikt!

Er is dus zowel omzetting van ADP naar ATP als van ATP naar ADP.

--> B = OK --> Zie verklaring D.

17 = C

--> 1 = juist (zie schema)

--> 4 = juist --> belangrijkste functie van de mitochondrie is celademhaling

--> Nu kan je al voor antwoordmogelijkheid C gaan.

--> 3 = juist --> logisch: spiercellen hebben méér mitochondriën dan andere cellen.

--> Nu ben je 100% zeker dat het C is.

--> 2 = fout --> OVERAL IN DE CEL IS ATP AANWEZIG!

--> 1 = 4 = 3 = juist --> C = OK

18 = C

--> 1 = juist: energie in glucose wordt omgezet naar ATP

--> 2 = fout: glycolyse vindt plaats in het cytoplasma van de cel --> dus NIET alle processen vinden plaats in de mitochondrie

--> 1 = juist --> C = OK

19 = B

--> A = KO --> glycolyse vindt plaats in het cytoplasma!

--> C = KO --> zie A

--> D = KO --> Citroenzuurcyclus vindt wél plaats in de mitochondrie

--> B = OK --> zie D

20 = B

--> Je weet dat er 6 CO₂ wordt gevormd aan de vereenvoudigde reactievergelijking van celademhaling. Daarnaast weet je van het schema van glycolyse dat daar 2 CO₂-moleculen worden gemaakt dankzij 2 keer de oxidatie van pyruvaat (C₃-moleculen). Je weet ook dat alcoholische gisting anaerobe celademhaling is en de ademhaling dus stopt bij de glycolyse.

--> Dus: verhouding CO₂ bij citroenzuurcyclus in verhouding met alcoholische gisting:

$6/2 \rightarrow 3/1 = B$

➔ **Instinker: ze zeggen citroenzuurcyclus maar bedoelen bij het hele proces! Dus ook bij de glycolyse daarvoor!!!!**