

12. DISSIMILATIE GLUCOSE MET LEGO®

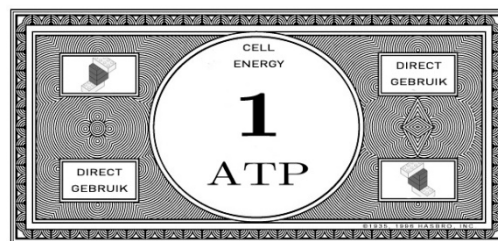
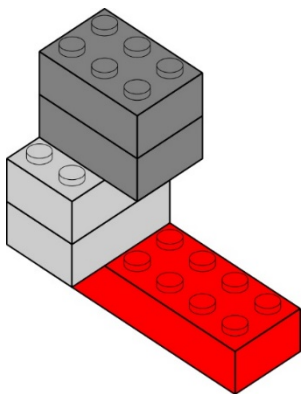
De dissimilatie van glucose is een complex proces, dat een groot aantal deelprocessen omvat die zich ook nog eens op verschillende plaatsen in de cel afspelen. Veel leerlingen voelen zich overweldigd door de bekende procesdiagrammen in Binas, en weten niet goed wat ze nou wel en niet van de dissimilatie moeten snappen en onthouden. Dit practicum is bedoeld om leerlingen te helpen een beeld te vormen van de hoofdlijnen van de dissimilatie van glucose. Ook het verband en onderscheid tussen enerzijds de afbraak van glucose zelf (uitgebeeld met Lego®-blokjes) en anderzijds het benutten van de energie die daaruit wordt vrijgemaakt komt duidelijk naar voren (uitgebeeld door het verzamelen en inwisselen van briefjes die energie vertegenwoordigen). Dit uitbeeldpracticum is ontwikkeld door Ingeborg van der Neut (Ludger College, Doetinchem) en Caspar Geraedts (VU Lerarenacademie, Amsterdam).

duur één lesuur (50 minuten), incl. voor- en nabespreking

doelgroep bovenbouw havo/vwo

doelen Leerlingen kunnen:

- uitleggen dat de dissimilatie van glucose als doel heeft de chemische energie in glucose vrij te maken en te benutten voor de vorming van ATP;
- (in grote lijnen) beschrijven hoe glucose bij de glycolyse en de citroenzuurcyclus stap voor stap wordt afgebroken;
- aangeven waar in de cel deze processen zich afspelen;
- uitleggen dat voor elke omzetting een ander enzym nodig is;
- uitleggen dat bij sommige omzettingen direct ATP wordt gevormd, en dat bij andere omzettingen energierijke elektronen worden overgedragen op elektronendragers (NADH en FADH₂);
- kunnen uitleggen waarom de citroenzuurcyclus geen echte cirkel is.



nodig

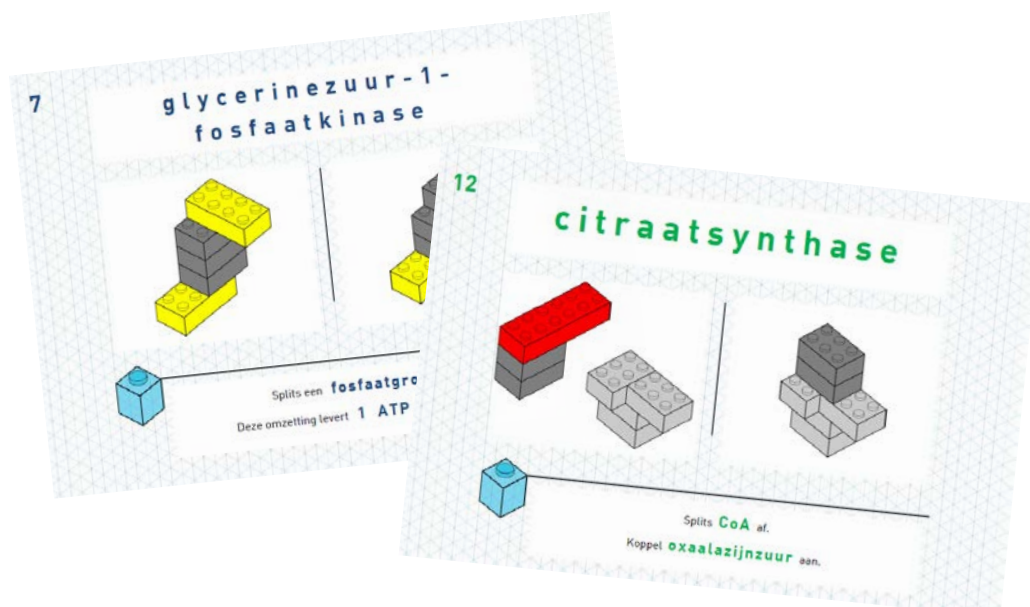
Per tweetal de volgende Lego®-blokjes:

- 6 zwarte Lego®-blokjes (2x3) [C]
- 2 gele Lego®-blokjes (2x4) [P_i]
- 2 rode Lego®-blokjes (2x6) [CoA]
- 8 grijze Lego®-blokjes (2x3) [C]

Van de grijze en rode blokjes kun je in praktijk ook prima met kleinere aantallen uit de voeten, aanzien de leerlingen ná elkaar de verschillende stappen doorlopen, en CoA (de rode blokjes) en oxaalazijnzuur (opgebouwd uit grijze blokjes) kunnen worden hergebruikt.

voorbereiding (eenmalig)

1. Print de enzymposters (elk één keer, in kleur).
2. Print ook de energiebriefjes (ATP, 10 ATP, GTP, NADH en FADH₂). Dat kan gewoon in zwartwit, maar wel bij voorkeur op verschillende kleuren papier zodat de verschillende soorten briefjes makkelijk uit elkaar te houden zijn (geel papier voor ATP is fijn omdat de fosfaatgroepen ook voorgesteld worden door gele blokjes). Zorg voor (ruim) voldoende aantallen; per tweetal in elk geval één vel ATP (dat worden dus 10 briefjes) en één vel NADH (idem). Van de andere soorten briefjes mogen de aantallen wat kleiner zijn.
3. Knip of snij alle energiebriefjes los.
4. Print eventueel voor elk tweetal een instructieblad (zie bijlage).



voorbereiding (per keer)

1. Vraag voor de uitvoering van het practicum een TOA, collega, of eventueel een leerling (een zittenblijver?) om bij de elektronentransportketen-bank te zitten, en de briefjes NADH en FADH_2 van de leerlingen die klaar zijn in te wisselen voor ATP.
2. Bouw voor elk tweetal een glucosemolecuul (zes zwarte Lego®-blokjes van 2x3). Bouw ook zo veel mogelijk oxaalazijnzuurmoleculen (vier grijze Lego®-blokjes van 2x3 aan elkaar, zie enzymposter 12 voor een voorbeeld).
3. Verdeel de klas (of een andere ruimte) in twee delen, van elkaar gescheiden door een rij tafels of stoelen: dit zijn de membranen van het mitochondrium. Het ene deel van de ruimte is dan het cytoplasma, waar de reacties die horen bij de glycolyse plaatsvinden (enzym posters 1 t/m 10); het andere deel is (de matrix van) het mitochondrium, waar de reacties die horen bij de citroenzuurcyclus plaatsvinden (enzym posters 11 t/m 19) en de elektronentransportketen-bank zich bevindt (ook aan één of twee tafels). Als de situatie op school het toelaat kan ook het hele klaslokaal aangewezen worden als het mitochondrium, en de ruimte daarbuiten (de gang) als het cytoplasma.
4. Hang de enzym posters op, of leg ze neer op een rij tafels of op de grond. Leg waar nodig briefjes voor ATP, NADH en/of FADH_2 neer, en Lego®-blokjes voor de fosfaatgroepen en CoA. Leg de oxaalazijnzuurmoleculen (in een bak) bij poster 11 in het mitochondrium.
5. Hang de poster bij de overgang van cytoplasma naar mitochondrium, en leg op de tafel bij de elektronentransportketen-bank de poster met de 'wisselkoersen'.

uitvoering

1. Geef elk tweetal een glucosemolecuul en twee ATP (om te 'lenen'). Aan de hand van de instructies op de posters en het werkblad kunnen de leerlingen zelf de simulatie uitvoeren en het glucosemolecuul stap voor stap afbreken.
2. Om na de omzettingen in het cytoplasma in het mitochondrium te komen moeten leerlingen langs een 'controlepost'. Dat is een fijne plek om als docent te staan, om te kijken of alles goed is gegaan, en evt. instructie te geven of vragen te stellen. Leerlingen moeten hier de geleende ATP teruggeven, én twee ATP betalen voor het mee naar binnen nemen van twee NADH.
3. Als de citroenzuurcyclus twee keer is doorlopen is het glucosemolecuul als het goed is volledig afgebroken. De verzamelde energiebriefjes worden dan naar 'de bank' gebracht (de elektronentransportketen). Hier kunnen kaartjes NADH en FADH_2 ingewisseld worden voor ATP.

(na)denkwerk

1. Ga bij de nabespreking in ieder geval in op de leerdoelen die hierboven zijn geformuleerd.
2. Bespreek wat er wel en niet aan het model klopt (alleen de koolstofatomen zijn zichtbaar in het Lego®-model; afsplitsing van H_2O is dus niet te zien). Benadruk ook dat enzymen natuurlijk niet netjes op volgorde (of in een cirkel) in het cytoplasma of in de matrix van het mitochondrium liggen, maar zich kriskras door de vloeistof bewegen.
3. Laat de leerlingen nagaan welke koolstofatomen in de citroenzuurcyclus precies worden afgesplitst (dat zijn namelijk niet de koolstofatomen die het laatst aangekoppeld zijn door acetyl-CoA). Dat kun je mooi zien aan de oxaalazijnzuurmoleculen die na één cyclus overblijven: die bestaan dan uit twee grijze en twee zwarte blokjes.
4. Eventueel kan ingegaan worden op de relatieve grootte van de betrokken moleculen. Hoe groot is een fosfaatgroep ten opzichte van een koolstofatoom in werkelijkheid? En een molecuul NADH? En de enzymen?

aanpassen/uitbreiden

- Je zou de glycolyse (of de citroenzuurcyclus) eventueel nog een keer kunnen laten uitbeelden, maar nu door individuele leerlingen één specifiek enzym te laten zijn en de glucosemoleculen (en de afgeleide koolwaterstofverbindingen) te verspreiden over de ruimte. Leerlingen lopen dan rond als enzym, en bij een binding met het juiste substraat vindt de omzetting plaats.

bijlagen

- instructie voor leerlingen
- enzymposters
- energiebriefjes
- ander printbaar materiaal