Biologie thema 3.

1. Vrije en gebonden energie.

Vrije energie (**kinetische energie**) komt voor als warmte en beweging. Gebonden energie (**potentiële energie**) is opgeslagen energie. Wet van behoud van energie: de hoeveelheid energie blijft altijd gelijk. Er komt echter soms wel een deel vrij als warmte. Vrije energie kan gebonden worden in chemische verbindingen, vooral in **organische stoffen** (grote moleculen) 🡪 **chemische energie**. Stoffen die bij een reactie ontstaan bevatten meer chemische energie dan de stoffen die verbruikt worden.

**Endotherme** reactie: vrije energie (warmte) wordt vastgelegd in chemische verbindingen. **Exotherme** reactie: energie komt vrij (warmte, licht, geluid). Organische stoffen: C, H, O met N, S, P en Fe, Mg. **Glucose** C6H12O6.

**Stofwisseling** (metabolisme): alle chemische processen in cellen van individu.

**Assimilatie**: opbouw van organische moleculen uit kleinere moleculen, vrije energie is nodig (fotosynthese). **Dissimilatie**: afbraak van grote organische moleculen naar kleinere, energie komt vrij. Dissimilatie met zuurstof is verbranding. Planten en cyanobacteriën zijn **autotroof**, ze kunnen de organische stof glucose vormen uit koolstofdioxide en water. Dit heet **koolstofassimilatie**. **Heterotrofe** organismen verteren de organische stoffen die ze met hun voeding binnenkrijgen. De nucleotide **ATP**(adenosinetrifosfaat) brengt chemische energie van de ene stof naar de andere. **Fosforylering** is de reactie van **ADP** + Pi 🡪 ATP. ATP kan ook energie afstaan: Pi + ADP.

Chemische energie zit in **elektronen**. Als de baan die ze doorlopen verder weg is van de kern, hebben ze meer energie. Als een elektron terugvalt naar een baan dichterbij de kern komt er energie vrij. Bij dissimilatie komen energierijke elektronen vrij, deze worden opgenomen door **elektronenacceptoren** of **waterstofacceptoren**, bijv. NAD+ en FAD.

**Gereduceerd**: als e- en H+ zijn gebonden. **Geoxideerd**: e- en H+ zijn weer afgestaan.

Enzymen.

**Enzymen** katalyseren de stofwisselingsreacties. De stof waarop een enzym inwerkt heet het **substraat**. Enzym is vaak substraat +ase: urease-ureum.

Bij een evenwichtsreactie kan een enzym de reactie naar beide kanten versnellen. De energie die moet worden toegevoegd om een reactie te laten plaatsvinden is de **activeringsenergie**. Door een enzym is er minder activeringsenergie nodig. Enzymen zijn **eiwitten**, in een bepaald deel bevindt zich het **actieve centrum** met een bepaalde structuur. Het substraat wordt hieraan gebonden en zo ontstaat het **enzym-substraatcomplex**. In het substraatmolecuul worden hierdoor enkel bindingen verbroken en nieuwe komen tot stand. Enzymen zijn **reactiespecifiek**, ze kunnen maar inweken op één stof. De snelheid waarmee een enzym een reactie versneld wordt **enzymactiviteit** genoemd (reactieproduct per tijdseenheid). Sommige enzymen, **apo-enzymen,** hebben een ander organisch molecuul, **co-enzym**, nodig om goed te werken.

Beneden de **minimumtemperatuur** kunnen enzymen niet werken. Hetzelfde geldt bij de **maximumtemperatuur**, alleen verliezen de enzymen daarboven hun ruimtelijke structuur. Het is **irreversibel**, ze krijgen nooit hun structuur terug. Voor het verband tussen de temperatuur en de enzymactiviteit is een **optimumkromme** gemaakt.

Elke enzym werkt weer bij een andere **pH**-waarde, verkeerde pH-waarde is ruimtelijk structuur verliezen.

Stoffen kunnen de enzymactiviteit verhogen, de **activatoren**.

**Remstoffen** (**inhibitors**) remmen juist de enzymactiviteit. Er zijn twee soorten:

- **concurrerende remming**, het remstof lijkt dan sterk op het substraat. Deze remming is **reversibel**.

- **niet-concurrerende remming**, deze remstoffen gaan bindingen aan buiten het actieve centrum, vaak houdt de remming op als de remstof het molecuul verlaat, maar soms ook niet.

**Negatieve terugkoppeling**: een bepaald substraat wordt omgezet door een enzym in een eindproduct. Dit eindproduct remt dan het enzym, zo ontstaat er een evenwicht.

Aërobe dissimilatie van glucose.

Bij de aërobe dissimilatie wordt glucose met behulp van zuurstof afgebroken tot koolstofdioxide en water. De energie die hierbij vrijkomt kan gebruikt worden, drie volwaarden:

- de dissimilatie moet geleidelijk plaatsvinden.

- de energierijke elektronen moeten worden overgedragen op **acceptormoleculen**. Pas als ze bijna geen energie meer hebben kunnen ze met zuurstof reageren.

- de energie die vrijkomt moet met ADP en Pi ATP maken.

De dissimilatie van glucose vind in drie reactieketens plaats:

1 **Glycolyse**. Activeringsenergie nodig uit twee ATP-moleculen. De glucose met 6C wordt gesplitst in twee ketens met 3C (pyrodruivenzuur). Hierbij komen 4 energierijke elektronen vrij, deze worden gebonden aan 2 NAD+-moleculen.

2NAD+ + 4e- + 2H+ 🡪 2NADH.

*C6H12O6 + 2NAD+ + 2ADP + 2Pi 🡪 2pyrodruivenzuur + 2NADH + 2ATP.*

2 **Citroenzuurcyclus** (krebscyclus). Van het pyrodruivenzuur wordt een C afgesplitst samen met 2O, dit is **decarboxylering**. Het overgebleven molecuul wordt gebonden aan een co-enzym A, hierdoor ontstaat acetyl-co-enzym A.

*2pyrodruivenzuur + 2NAD+ + 2co-enzym A 🡪 2acetyl-co-enzym A +2CO2 + 2NADH.*

Dit acetyl-co-enzym gaat naar de citroenzuurcyclus in het **matrix** in de mitochondriën. Hier wordt één keer chemische energie vastgelegd in een **GTP** (guanosinetrifosfaat). Zie afb. 26 op blz. 86.

*2acetyl-co-enzym + 6NAD+ + 2FAD + 6H2O + 2ADP + 2Pi 🡪 4CO2 + 2co-enzym A + 6NADH + 2FADH2 + 2ATP.*

3 **Oxidatieve fosforylering**. De elektronen die zijn opgeslagen in de NADH en FADH2 worden doorgegeven aan andere acceptoren. Deze reactieketen wordt ook wel **elektronentransportketen** genoemd. Bij elke stap komen ze dichterbij de atoomkern en komt er energie vrij die benut wordt om ionen actief door het binnenste membraan van een mitochondrium te transporteren.

*10NADH + 2FADH2 + 6O2 + 34ADP + 34Pi 🡪 10NAD+ + 2FAD +12H2O + 34ATP.*

**Nettoreactie**: C6H12O6 + 6O2 + 6H2O 🡪 6CO2 + 12H2O + energie.

Fotosynthese.

Autotrofe organismen kunnen uit CO2 en H2O glucose maken, dit heet **koolstofassimilatie**. De meeste krijgen energierijke elektronen door licht,

**foto-autotroof**. Planten hebben **bladgroen**, de verzamelnaam voor **fotosynthetische pigmenten**. Bij planten bevinden deze zich in de **chloroplasten**. Glucose die door fotosynthese ontstaat wordt snel omgezet in zetmeel.

In fotosynthetische pigmenten worden de elektronen door het licht **aangeslagen**: ze komen in een baan verder van de kern. Ze kunnen het pigmentmolecuul verlaten en hun energie afgeven op een acceptormolecuul. Ze kunnen ook hun energie geleidelijk afstaan voor de vorming van ATP. Deze reacties heten **lichtreacties**. Daarna komen de **donkerreacties**, er wordt dan glucose gevormd met de energie die is verzameld. Het belangrijkste fotosynthetische pigment is chlorofyl.

Als wij iets groens zien dan heeft dat object alle kleuren licht **geabsorbeerd** behalve groen. De hoeveelheid energie in de verschillende delen van een spectrum kun je meten met een **fotometer**.

Lichtreacties:

**Fotosysteem I** is een reactieketen waarbij de aangeslagen elektronen hun energie beetje bij beetje afstaan. De energie wordt gebruikt om ionen te transporteren door de membranen van het chloroplast, het concentratieverschil dat daardoor ontstaat wordt gebruikt om ATP te vormen. Als het elektron geen energie meer bevat keert het terug naar het chlorofyl, de **cyclische fosforylering**.

In **fotosysteem II** worden de energierijke elektronen overgedragen aan een elektronenacceptor. Het pigmentmolecuul blijft dan achter met een positieve lading. Vervolgens komen er energiearme elektronen uit watermoleculen in het pigmentmolecuul. Die kunnen dan weer door het zonlicht worden aangeslagen. Zie afb. 42 op blz. 91.

In chloroplasten is **NADP+** (nicotinamide-adenine-dinucleotidefosfaat) de elektronenacceptor. Het neemt twee elektronen en een H+-ion op.

Donkerreacties:

De cyclische keten van reacties, de **calvincyclus**, vindt plaats in de vloeistof van de chloroplasten.

Zie afb. 46 op blz. 92.

De hele fotosynthese: **6CO2 + 12H2O + lichtenergie 🡪 C6H12O6 + 6O2 + 6h2O**.

Andere assimilatie- en dissimilatieprocessen.

**Voortgezette assimilatie** is de assimilatie van koolhydraten, eiwitten en vetten met behulp van glucose. De energie komt van ATP of dissimilatie. Heterotrofe organismen kunnen glucose omzetten in koolhydraten en vetten, geen eiwitten. Veel soorten kunnen ook **anaëroob** glucose dissimileren. **Chemosynthese** komt voor bij **chemo-autotrofe** bacteriën. Ze slaan de energie die vrij komt bij de oxidatie van bijv. zwavel of ijzer op in ATP. Chemo-autotrofe **zwavelbacteriën** leven in hete zwavelbronnen op de bodem van de oceaan. Ze oxideren waterstofsulfide tot zwavel, en zwavel weer tot H2SO4.

2H2S + O2 🡪 2H2O + 2S + energie

2S + 2H2O + 3O2 🡪 2H2SO4 + energie

**Nitrietbacteriën**:

2NH3 + 3O2 🡪 2NHO2 + 2H2O + energie

**Nitraatbacteriën**:

2NO2- + O2 🡪 2NO3- + energie

Assimilatie van koolhydraten:

Een **monosacharide** is een koolhydraat met 5 of 6 C-atomen. Twee monosachariden samen 🡪 **disacharide**. Nog meer 🡪 **polysacharide**. Het proces waarbij dit wordt gevormd het **polymerisatie**. Planten vormen zo zetmeel dat wordt opgeslagen in **amyloplasten**. Cellulose en glycogeen (reservevoorraad energie) zijn ook polysacharides.

Assimilatie van eiwitten:

Eiwitten/**proteïnen** bestaan uit veel **aminozuren**. Planten kunnen aminozuren vormen uit glucose en stikstofhoudende ionen, vooral nitraat. Dieren kunnen aminozuren vormen uit andere aminozuren die ze binnenkrijgen.

Assimilatie van vetten:

Vetten/**lipiden** bestaan uit één **glycerol**molecuul en drie **vetzuur**moleculen. Zie afb. 53 en 54 op blz. 95 voor hun structuurformules. Bij **fosfolipiden** is een vetzuur vervangen door een fosforzuur.

Anaërobe dissimilatie van glucose:

**Gisting** is een proces waarbij glucose wordt gedissimileerd, maar dan alleen de glycolyse. Bij glycolyse worden ATP’s gemaakt. Dit is vooral handig voor soorten die weinig energie nodig hebben en veel eten. **Gisten** zetten pyrodruivenzuur in 2 reacties om in **ethanol**, dit wordt **alcoholgisting** genoemd. Zie afb. 57 op blz. 96.

**Melkzuurbacteriën** zetten pyrodruivenzuur om in melkzuur, dit wordt **melkzuurgisting** genoemd. Bij explosieve sporten wordt in korte tijd veel glucose gedissimileerd. Omdat er geen tijd is om het pyrodruivenzuur te transporteren naar de mitochondriën, raken **spieren verzuurd**, het melkzuur hoopt zich op.

Dissimilatie van eiwitten:

Eiwitten worden bij de dissimilatie eerst gesplitst in aminozuren, dan de aminogroep. Deze wordt omgezet in NH3. De overgebleven C-keten wordt pyrodruivenzuur, azijnzuur (als acetyl co-enzym A) of andere stoffen die in de citroencyclus worden gedissimileerd. Van eiwitten die zijn binnengekomen met het voedsel worden weer andere eiwitten gemaakt, dit heet **eiwitturnover**.

Dissimilatie van vetten:

Vetten worden gesplitst in glycerol en de drie vetzuren.

Glycerol wordt pyrodruivenzuur of glucose wat vervolgens weer glycogeen wordt.

Vetzuren wordt gesplitst in moleculen met C2-atomen, deze C2-atomen worden vervolgens acetyl co-enzym A. De aërobe dissimilatie van vetten geeft veel meer energie dan die van koolhydraten of eiwitten.

Je kan met de **respiratoir quotiënt (RQ)** bereken hoeveel zuurstof er wordt verbruikt bij de dissimilatie en hoeveel koolstofdioxide ontstaat. RQ = $\frac{aantal afgegeven koolstofdioxidemoleculen}{aantal opgenomen zuurtofmoleculen}$

Bijv. ingeademd: 20% O2 en 0,03% CO2

Uitgeademd: 15% O2 en 5% CO2

O2 neemt 5% af, CO2 neemt ong. 5% toe

RQ= $\frac{5}{5}$ = 1.

**Basale metabolisme**/**grondstofwisseling** zijn de stofwisselingsprocessen die in rust doorgaan. Intensiteit van het basale metabolisme is afhankelijk van geslacht, leeftij, gewicht en temperatuur. **Homoiotherm**: constante lichaamstemperatuur. **Poikilotherm**: temperatuur gelijk aan de omgeving. Als het kouder is, is de intensiteit van het basale metabolisme hoger bij homoiotherme dieren.

Kringloop.

**Koolstofkringloop**:

Autotrofe soorten zijn **producenten**. Ze produceren organische stoffen uit anorganisch stoffen. Autotrofe organismen bestaan uit koolstof, als heterotrofe individuen een autotrofe eten komen deze stoffen in het heterotrofe soort terecht. Deze heterotrofe individuen zijn **consumenten**.

Alle dode resten en afvalproducten van organismen zijn **detritus**. De organische stoffen in de detritus worden verbruikt door schimmels en heterotrofe bacteriën, dit zijn de **reducenten**. Fossiele brandstoffen bevatten koolstofverbindingen, als je deze verbrandt komt de koolstof in de kringloop terecht.

**Stikstofkringloop**:

Lees even blz. 100 en 101..

Stofwisseling bij sport.

Hoe meer een mens sport/traint, hoe meer bloed kan worden rondgepompt en hoe hoger de maximale zuurstofopname is (in ml O2 ∙ kg-1 ∙ min-1). Bij korte afstanden is meer energie nodig dan dat dat kan worden vrijgemaakt bij de aërobe dissimilatie. Aan het begin wordt gebruik gemaakt van de voorraad ATP in de spieren, dat later wordt aangevuld door **creatinefosfaat**. De fosfaatgroep van creatinefosfaat maakt met ADP ATP. De hoeveelheid zuurstof die nodig is om het melkzuur in verzuurde spieren om te zetten in glucose is de **zuurstofschuld** (max. 17 liter).

- Bij 100m neemt een atleet vrijwel geen zuurstof op, energie komt uit voorraad ATP, creatinefosfaat en anaërobe dissimilatie.

- Bij lange afstanden en duursporten komt de energie van de aërobe dissimilatie van glucose. De longen kunnen veel zuurstof opnemen.

- Bij middenafstanden komt de energie door aërobe en anaërobe dissimilatie.