

Melkzuursensor

Onderzoekers aan de Universiteit van Californië hebben een melkzuursensor ontwikkeld. Dit is een soort pleister die is voorzien van een kleine elektrochemische cel. Met de melkzuursensor kan de conditie tijdens een sportprestatie worden bepaald.



Sporten kost energie. Het lichaam haalt die energie uit de afbraak van glucose.

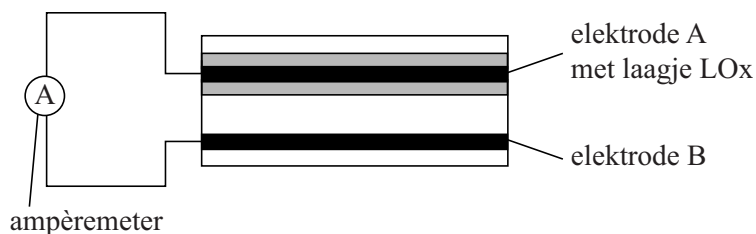
Wanneer voldoende zuurstof wordt aangevoerd, wordt glucose volledig verbrand.

- 3p 1 Geef de reactievergelijking van de volledige verbranding van glucose.

Bij onvoldoende zuurstoftoevoer wordt glucose afgebroken tot melkzuur ($C_3H_6O_3$). Wanneer melkzuur zich ophoopt in de spieren, treedt verzuring op. Hoe beter de conditie van een sporter is, des te later treedt verzuring op. Het gevormde melkzuur komt voor een deel ook in zweet terecht. Zweet heeft meestal een pH tussen 4 en 6.

- 2p 2 Bereken de $[H^+]$ in mol L^{-1} van zweet met een pH van 5,1.

Met de melkzuursensor wordt de concentratie van melkzuur in het zweet bepaald. De elektrochemische cel van de melkzuursensor is hieronder vergroot en schematisch weergegeven:



Elektrode A is gemaakt van grafiet (koolstof) en is bedekt met het enzym lactaatoxidase (verder afgekort als LOx). Zweet fungeert als elektrolyt. Onder invloed van LOx wordt melkzuur omgezet tot pyrodruivenzuur ($C_3H_4O_3$). Melkzuur treedt in deze reactie op als reductor. De vergelijking van de halfreactie waarin melkzuur wordt omgezet tot pyrodruivenzuur is hieronder onvolledig weergegeven. De elektronen en de coëfficiënten ontbreken.



- 2p 3 Neem deze onvolledige vergelijking over, zet e^- aan de juiste kant van de pijl en maak de vergelijking kloppend.

Zweet is een oplossing waarin verschillende stoffen zijn opgelost. Doordat in zweet een bepaald soort deeltjes voorkomt, kan zweet als elektrolyt dienen.

- 2p 4 Geef de naam van dit soort deeltjes en geef aan waardoor ze voor stroomgeleiding kunnen zorgen.

Zweet bevat onder andere ureum, dat ook als reductor kan reageren. In de melkzuursensor wordt ureum echter niet omgezet door het enzym LOx doordat enzymen een bepaalde eigenschap bezitten.

- 1p 5 Geef aan waardoor ureum niet wordt omgezet door het enzym LOx.

Wanneer de melkzuurconcentratie in zweet groter wordt dan een bepaalde waarde, treedt verzuring van spieren op.

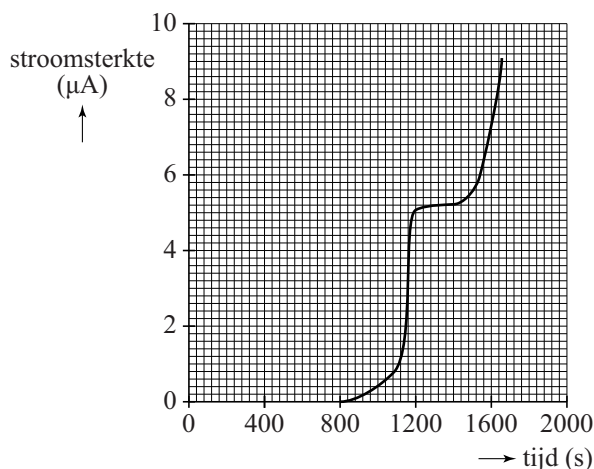
Deze waarde wordt de melkzuurdrempel genoemd.

Tijdens een sporttraining wordt bij Matthieu de stroomsterkte gemeten die de melkzuursensor levert. Zie diagram 1.

Na ongeveer 800 seconden begint de sensor een signaal te geven.

Tussen ongeveer 1250 en 1400 seconden blijft de melkzuurconcentratie constant. Dit geeft de melkzuurdrempel van Matthieu aan. Daarna stijgt de stroomsterkte verder en treedt verzuring op.

diagram 1



- 3p 6 Bereken de melkzuurdrempel van Matthieu in mol L⁻¹. Gebruik hierbij de volgende gegevens:
- De stroomsterkte is recht evenredig met de melkzuurconcentratie in zweet.
 - 0,92 µA komt overeen met een melkzuurconcentratie in zweet van 1,0 mmol L⁻¹.