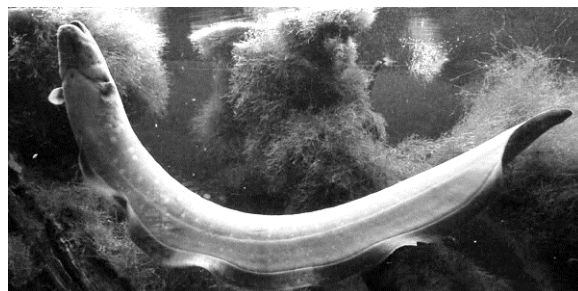


### Opgave 3 Elektrische vissen

In de natuur komen vissen voor die stroomstoten gebruiken om een prooi te verlammen. Een voorbeeld van zo'n vis is de sidderaal. Als de sidderaal een vis wil vangen, gaat hij naast die vis zwemmen en geeft een stroomstoot. De prooi wordt dan verlamd en kan worden opgegeten.



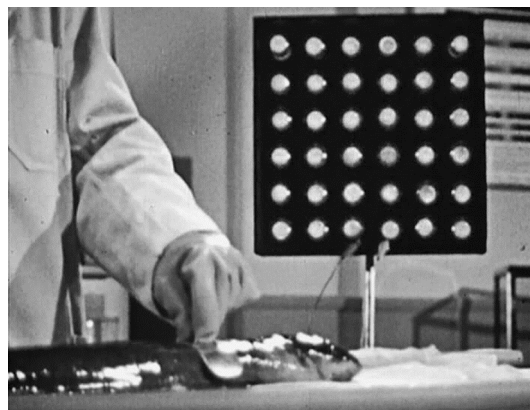
Op internet staat over de sidderaal de volgende zin:

*“Een sidderaal verdooft zijn prooi met een stroomstoot van enkele honderden volts.”*

- 1p 11 Wat is er natuurkundig gezien niet juist aan deze uitspraak?

De sidderaal kan ademen in de lucht en kan zodoende enige tijd buiten het water overleven. Men kon daarom onderzoek doen naar het vermogen dat deze vissen kunnen leveren tijdens een ontlading. In figuur 1 zijn twee momentopnames van een filmpje uit 1954 te zien waarin een onderzoeker de sidderaal op een bord met neonlampen aansluit. Als een neonlamp op 150 V is aangesloten, loopt er een stroomsterkte van 50 mA.

figuur 1



- 3p 12 Bepaal het minimale vermogen dat de sidderaal per ontlading kan leveren als alle neonlampen op het bord normaal branden.

In een ander onderzoek stonden vijf mensen hand in hand, waarbij de buitenste personen elk een metalen staaf vasthielden. De onderzoeker verbond de staven met de elektroden op de sidderaal. Zodra hij dat deed, zag hij de vijf personen lachend opspringen. Zie figuur 2.

In de tabel hieronder staat informatie over de effecten van elektrische stroom op het menselijk lichaam.

figuur 2



EFFECTEN VAN ELEKTRISCHE STROOM OP HET MENSELIJK LICHAAM.

- Een kriebeling in de hand vanaf 2 mA.
- Spierverkramping in de hand en onderarm vanaf 40 mA.
- Ademhalingsverlamming vanaf 90 mA.
- Verlies van het bewustzijn vanaf 300 mA.
- Hartstilstand vanaf 1 A.

Tijdens dit experiment was de opgewekte spanning circa 150 V. De proef liep goed af omdat het menselijk lichaam een bepaalde elektrische weerstand heeft.

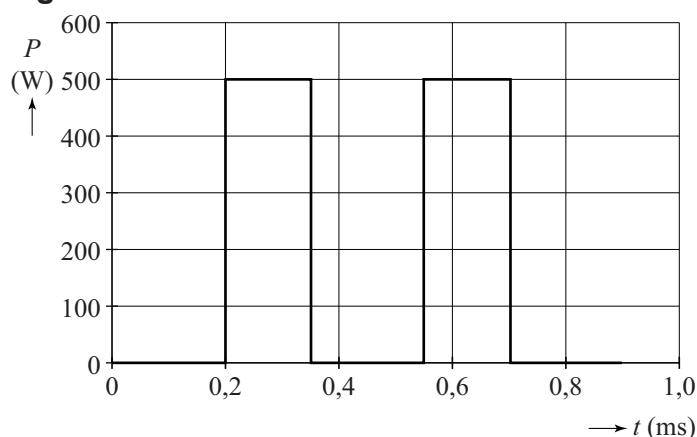
- 3p **13** Maak met behulp van de tabel een beredeneerde schatting van deze weerstand.

De sidderaal wekt elektrische spanning op in speciale cellen: de elektrocyten.

In een volwassen sidderaal zijn 5000 elektrocyten van elk 0,12 V met elkaar in serie geschakeld.

In de grafiek van figuur 3 is het elektrisch vermogen gegeven dat de vis tijdens een serie stroomstoot opwekt.

figuur 3



- 3p **14** Bereken de maximale stroomsterkte tijdens een stroomstoot.

Er zijn ook vissen waarbij de electrocyten niet uitsluitend in serie staan, maar deels ook parallel. Deze vissen kunnen daardoor grote stroomsterktes leveren.

Een sidderrog wekt grote stroomstoten op bij een spanning van 200 V.

Een volwassen sidderrog heeft een half miljoen electrocyten, die elk een spanning van 0,1 V kunnen leveren.

- 2p **15** Ga met een berekening na hoeveel electrocyten in de sidderrog in serie geschakeld staan en hoeveel parallel.