

Opgave 2 Vleermuis in winterslaap

In koude streken houden vleermuizen een winterslaap. Bij een omgevingstemperatuur van $5\text{ }^\circ\text{C}$ laten ze hun lichaamstemperatuur van $37\text{ }^\circ\text{C}$ dalen tot enkele tienden graden Celsius boven de buitentemperatuur. De hoeveelheid vet die ze dan per dag verbranden is daardoor veel kleiner dan de hoeveelheid vet die ze bij een lichaamstemperatuur van $37\text{ }^\circ\text{C}$ zouden verbranden.

figuur 1



Op de uitwerkbijlage staat een zin waarin op drie plekken woorden ontbreken. Voor iedere lege plek is een aantal alternatieven gegeven waaruit je een keuze moet maken.

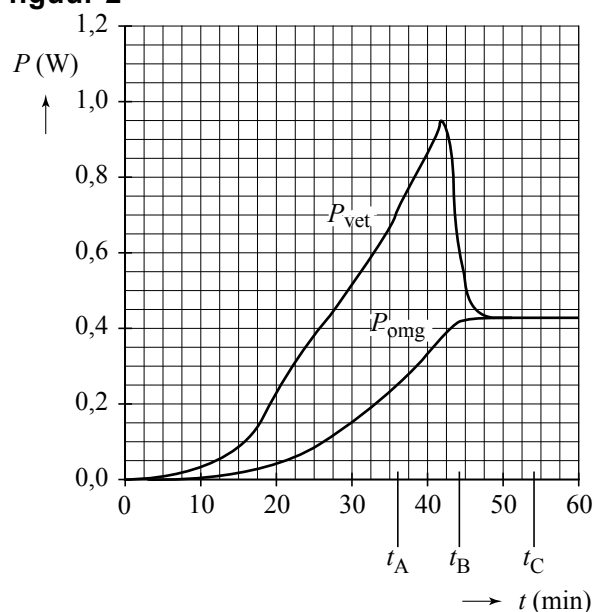
- 3p **6** Maak de zin op de uitwerkbijlage kloppend door voor iedere lege plek het juiste alternatief te omcirkelen.

Een vleermuis onderbreekt tien tot vijftien maal per winterseizoen zijn winterslaap. Hij warmt daarbij in minder dan een uur op.

In figuur 2 is de warmte die hierbij per seconde vrijkomt door vetverbranding (P_{vet}) en de warmte die per seconde aan de omgeving wordt afgestaan (P_{omg}) gegeven als functie van de tijd.

- 3p **7** Geef in de tabel op de uitwerkbijlage met een kruisje aan of de lichaamstemperatuur van de vleermuis stijgt, daalt, of gelijk blijft op de tijdstippen t_A , t_B en t_C .

figuur 2



Bij het verbranden van $1,0\text{ kg}$ lichaamsvet komt $4,0 \cdot 10^7\text{ J}$ warmte vrij. De vleermuis gebruikt voor het opwarmen $1,1 \cdot 10^3\text{ J}$.

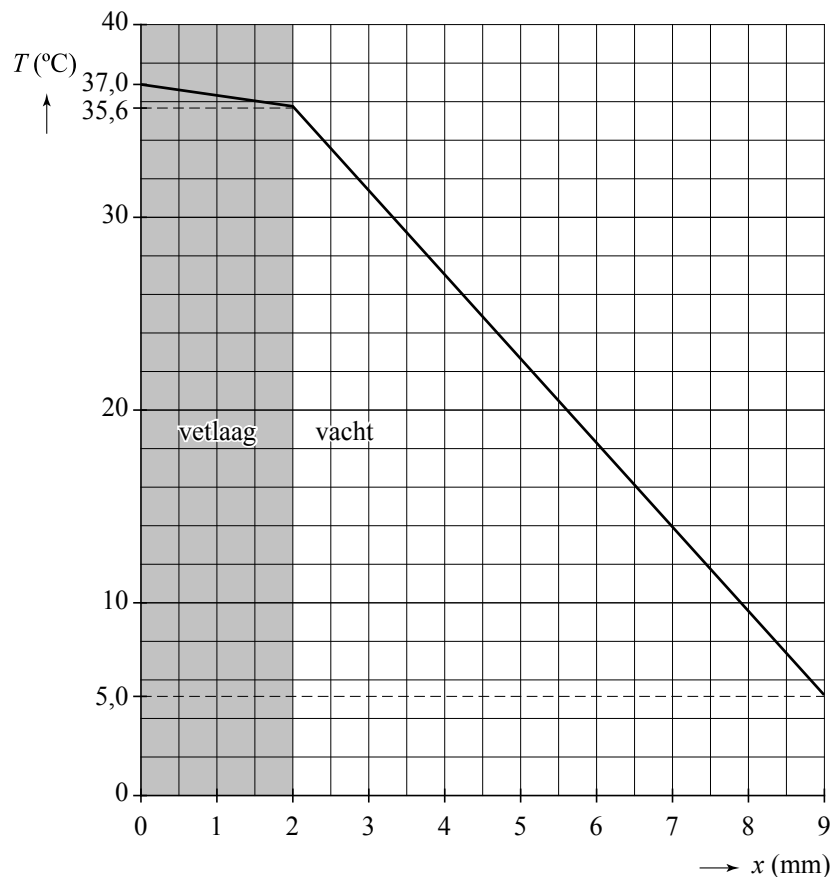
- 3p **8** Bereken hoeveel milligram vet de vleermuis daarbij verbrandt.

De massa van de vleermuis is $6,6\text{ g}$. De gemiddelde soortelijke warmte van de vleermuis is $3,0 \cdot 10^3\text{ J/kgK}$. Tijdens het opwarmen van $5\text{ }^\circ\text{C}$ naar $37\text{ }^\circ\text{C}$ wordt een deel van de warmte aan de omgeving afgestaan.

- 3p **9** Bereken hoeveel warmte aan de omgeving wordt afgestaan.

De dikte van de vacht van de vleermuis (d_{vacht}) is 7,0 mm.
 De dikte van de onderhuidse vetlaag (d_{vet}) is 2,0 mm.
 De vetlaag en de vacht zorgen samen voor de isolatie van het lichaam.
 In figuur 3 staat het temperatuurverloop in de vetlaag en de vacht.

figuur 3



Voor de warmtestroom per m^2 door een laag materiaal geldt:

$$q = \frac{P}{A} = k \frac{\Delta T}{d}$$

Hierin is:

- q de warmtestroom per m^2 in W m^{-2} ;
- k de warmtegeleidingcoëfficiënt in $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$;
- ΔT het temperatuurverschil over de laag in K ;
- d de dikte van de laag in m.

- 3p **10** Toon met behulp van figuur 3 aan dat $\frac{k_{\text{vetlaag}}}{k_{\text{vacht}}} = 6,2$.

Veronderstel dat de vacht vervangen werd door een extra vetlaag die even goed isoleert als de vacht.

- 2p **11** Bereken hoe dik deze extra vetlaag dan zou moeten zijn.

uitwerkbijlage

- 6 Maak de zin kloppend door voor iedere lege plek het juiste alternatief te omcirkelen.

Tijdens de winterslaap is 1 het lichaam van de vleermuis en de omgeving kleiner dan tijdens het waken. Daardoor is 2 per seconde wordt afgestaan aan de omgeving 3 en hoeft de vleermuis minder vet te verbranden.

Alternatieven voor plek 1:

- a de temperatuur tussen
- b het temperatuurverschil tussen
- c de temperatuurtoename van
- d de temperatuurafname van

Alternatieven voor plek 2:

- a de warmte die
- b het warmteverschil dat
- c de temperatuur die

Alternatieven voor plek 3:

- a kleiner
- b groter
- c gelijk

- 7 **tabel 1**

tijdstip	lichaamstemperatuur stijgt	lichaamstemperatuur daalt	lichaamstemperatuur blijft gelijk
t_A			
t_B			
t_C			