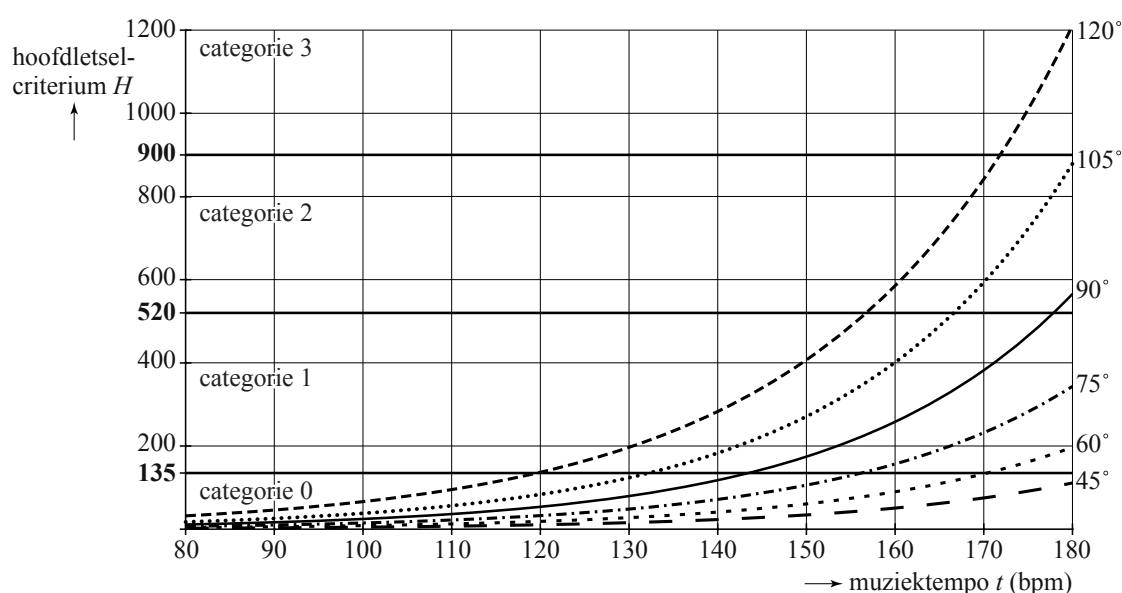


Pas op je hoofd!

Veel headbangers zijn na een bezoek aan een concert versuft of verward. Twee Australische artsen hebben onderzoek gedaan naar deze klachten. Ze hebben het headbangen (met het hoofd van voor naar achter meezwiepen op de muziek) en de verkregen hoofdletsels bestudeerd. Het blijkt dat de kans op hoofdletsel toeneemt met het tempo van de muziek, uitgedrukt in beats per minute (bpm), en met de grootte van de hoek die het zwiepende hoofd maakt. De resultaten van hun onderzoek vind je in de figuur.



figuur



In de figuur kun je bijvoorbeeld aflezen dat een headbanger die bij een muziektempo van 160 bpm met een hoek van 105° met zijn hoofd zwiept een **hoofdletselcriterium** heeft van ongeveer 400. Het hoofdletselcriterium is een maat voor de krachten die bij headbangen op het hoofd werken.

Met H_n wordt het hoofdletselcriterium bij een hoek van n graden aangeduid. Bij de grafieken in de figuur kunnen bijpassende formules voor H_n worden opgesteld. Van drie grafieken zijn voor een muziektempo t vanaf 80 bpm de formules gegeven:

$$H_{45} = 2,2 \cdot 1,04^{(t-80)}, \quad H_{75} = 6,8 \cdot 1,04^{(t-80)} \quad \text{en} \quad H_{105} = 17,4 \cdot 1,04^{(t-80)}.$$

Het muziektempo van een headbangnummer is 160 bpm.

- 3p 15 Bepaal hoeveel het hoofdletselcriterium toeneemt als de hoek waarmee het hoofd zwiept toeneemt van 75° naar 105° .

De formule voor het headbangen met een hoek van 120° is niet gegeven. Ook voor deze hoek is er sprake van een exponentieel verband. In de figuur kun je aflezen dat bij een muziektempo van 130 bpm $H_{120} = 200$ en bij een muziektempo van 180 bpm $H_{120} = 1200$.

3p **16** Bereken voor H_{120} de groeifactor per bpm in 3 decimalen nauwkeurig.

De onderzoekers hebben het hoofdletselcriterium in vier gebieden onderverdeeld (zie figuur):

- categorie 0: geen hoofdletsel;
- categorie 1: hoofdpijn, duizeligheid;
- categorie 2: bewusteloos, tot één uur;
- categorie 3: bewusteloos, één tot zes uur.

De grenzen tussen de categorieën 0, 1, 2 en 3 worden gegeven bij een hoofdletselcriterium van respectievelijk 135, 520 en 900.

De eerdergenoemde headbanger die bij een muziektempo van 160 bpm met een hoek van 105° met zijn hoofd zwiept, valt met zijn hoofdletselcriterium in categorie 1 en zal dus last hebben van hoofdpijn en/of duizeligheid.

Bij headbangen met een hoek van 45° hoeft men zich geen zorgen te maken om eventueel hoofdletsel. Met een muziektempo tussen de 80 en 180 bpm zit men dan altijd in categorie 0 omdat het hoofdletselcriterium onder de 135 blijft.

Het muziektempo kan zelfs nog iets verhoogd worden zonder dat er hoofdletsel optreedt.

3p **17** Bereken met behulp van de formule van H_{45} vanaf welk muziektempo er hoofdletsel optreedt bij headbangen met een hoek van 45° .

Uit de figuur kun je het volgende afleiden: hoe hoger het muziektempo, des te kleiner moet de hoek waarmee het hoofd zwiept worden om geen hoofdletsel te krijgen.

Dit kun je beter in beeld krijgen door een grafiek te maken waarbij je de hoek uitzet tegen het muziektempo bij een vast hoofdletselcriterium van 135.

4p **18** Teken met behulp van alle informatie die je uit de figuur kunt halen zo'n grafiek op de uitwerkbijlage. Geef duidelijk aan hoe je de grafiek gemaakt hebt.