

Opgave 2 Stuiteren

Bij veel balsporten is het van belang dat de bal goed stuitert. Om aan te geven hoe goed een bal stuitert, is de zogenaamde stuitfactor S gedefinieerd:

$$S = \sqrt{\frac{h_s}{h}}$$

Hierin is h_s de stuithoogte en h de valhoogte.

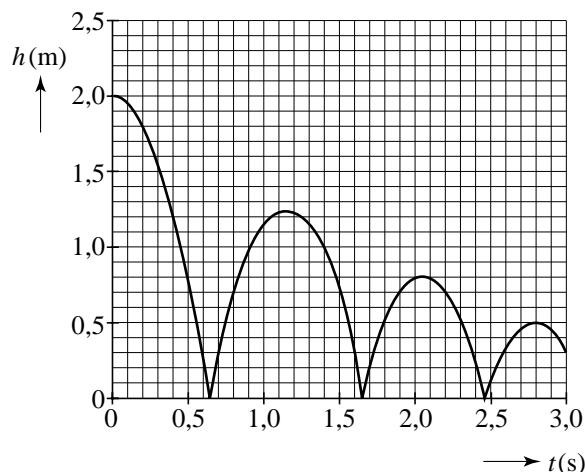
Renate heeft gelezen dat bij een officieel goedgekeurde voetbal de stuitfactor moet voldoen aan: $0,78 \leq S \leq 0,91$.

Om te onderzoeken of haar voetbal daaraan voldoet, filmt ze de stuitende bal.

Met behulp van een videometing heeft ze het (hoogte,tijd)-diagram gemaakt dat in figuur 4 is weergegeven.

- 3p **4** Voldoet haar voetbal aan de officiële eisen? Licht je antwoord toe met een berekening.

figuur 4



Figuur 5 is het (v,t) -diagram van de stuitende bal.

Als de bal valt, is de snelheid negatief. Bij het omhoog gaan, is de snelheid positief.

Als de bal de grond raakt, verandert de snelheid in korte tijd van grootte en richting; de grafiek loopt dan zeer steil.

Op de tijdstippen $t = 0$ s, $t = 0,64$ s, $t = 1,15$ s, $t = 1,66$ s enzovoort, is de snelheid van de bal 0 m/s.

De voetbal bevindt zich op die momenten op de grond of in een hoogste punt.

- 2p **5** Hoe kun je aan de (v,t) -grafiek zien dat de bal zich op $t = 1,15$ s in een hoogste punt bevindt?

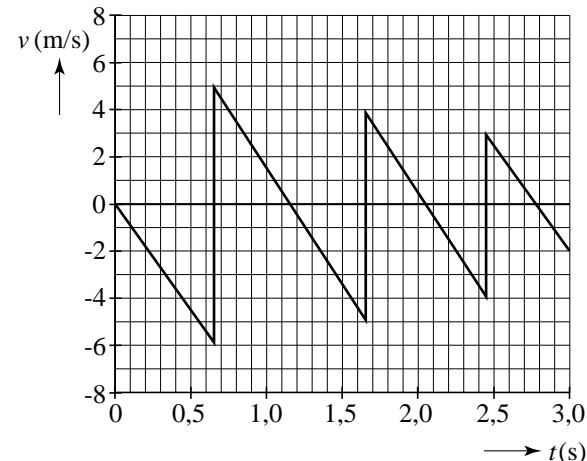
De luchtweerstand op de bal is te verwaarlozen.

- 2p **6** Hoe blijkt dat uit de grafiek van figuur 5? Licht je antwoord toe.

De voetbal heeft een massa van 430 g. De contacttijd van de bal met de grond tijdens de eerste stuit is $6,9 \cdot 10^{-3}$ s.

- 4p **7** Bepaal de (gemiddelde) kracht van de grond op de bal tijdens de eerste stuit.

figuur 5



Met de computer maakt Renate ook de grafiek van de mechanische energie E_{mech} als functie van de tijd. Zie figuur 6.

De mechanische energie is de som van de bewegingsenergie en de zwaarte-energie.

- 2p **8** Hoe blijkt uit de grafiek van figuur 6 dat de luchtweerstand op de bal te verwaarlozen is? Licht je antwoord toe.

In de (E_{mech}, t) -grafiek is af te lezen hoeveel energie de bal verliest bij een stuit. Dat energieverlies is ook te berekenen.

- 4p **9** Controleer met een berekening het energieverlies bij de **tweede** stuit. Maak daartoe gebruik van de (v, t) - of van de (h, t) -grafiek.

figuur 6

