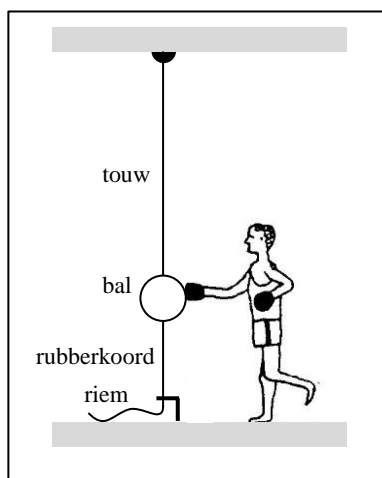


Inleiding

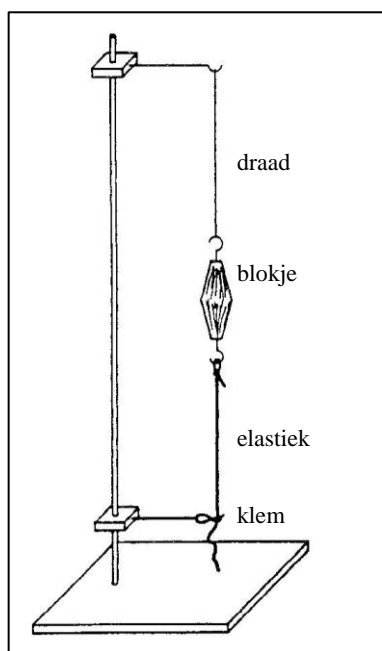
Boksers oefenen hun slagen niet alleen op levende tegenstanders, maar ook op muurmatten, bokszakken, boksballen en soortgelijke levenloze objecten. Boksballen zijn er in vele soorten en uitvoeringen. Eén uitvoering is afgebeeld in figuur 1. Deze zogenaamde ‘bodempunchball’ wordt gebruikt om de stoottechniek te perfectioneren: de bal moet telkens rechtuit worden geslagen, hij veert na een slag weer terug en de bokser kan opnieuw stoten. Het stoottempo van de bokser wordt dus bepaald door de frequentie waarmee de bal trilt. Stel nu eens dat een veelbelovende jonge bokser thuis zo’n bodempunchball heeft geïnstalleerd en er dagelijks op oefent. Na verloop van tijd wil hij met zijn steeds beter wordende techniek zijn stoottempo wel eens opvoeren. Hiertoe moet hij de trilfrequentie van de boksbal opvoeren. Hij kan dan de spanning van het rubberkoord veranderen met het riempje bij de vloer. Hij kan ook een bal met een andere massa nemen. Het touw moet even lang blijven om de bal op stoothoogte te houden.

Je kunt je dan afvragen: hoe hangt de trilfrequentie van de bal af van de spankracht in het rubberkoord, en wat is de invloed van de massa van de bal op de frequentie?

Om dit te onderzoeken moet je in de delen 1 en 2 van deze toets metingen doen aan een model-boksbal die voor je is opgesteld (zie figuur 2). In deel 3 ga je de meetresultaten verwerken.



Figuur 1 – Boksbal.



Figuur 2 – Meetopstelling: model-boksbal.

Doelen van de proef

- Nagaan hoe de trilfrequentie van de model-boksbal nauwkeurig bepaald kan worden en hoe de spankracht van het elastiek gevarieerd en bepaald kan worden.
- Onderzoeken hoe de trilfrequentie afhangt van de spankracht.
- Beredeneren hoe de trilfrequentie afhangt van de massa van de bal.

Vorbereiding

Verander bij de volgende opdrachten niets aan de opstelling.

- 1 Probeer de opstelling uit door het blokje te laten trillen met een beginuitwijking van ongeveer 5 cm.
- 2 Beschouw de volgende twee methoden om de frequentie van het blokje te bepalen:
 - A het aantal trillingen in 10 s tellen en vervolgens door 10 delen,
 - B het aantal seconden voor 10 trillingen meten, door 10 delen en $f = 1/T$ toepassen.Welke methode is het nauwkeurigst? Licht je antwoord toe.

Voordat we een methode bedenken om de spankracht van het elastiek te bepalen (opdracht 4) willen we bekijken hoe we de spankracht het best kunnen variëren. Dit is nodig in verband met het tweede doel van de proef: bepalen hoe de trilfrequentie afhangt van de spankracht.

Er zijn twee methoden om de spankracht te variëren:

- I de onderste statiefklem verzetten, zonder het elastiek los te maken,
- II het elastiek strakker of minder strak trekken en dan weer inklemmen zonder de statiefklem te verzetten.

Om te kunnen beoordelen welke van deze twee methoden de beste is, doen we het volgende proefje:

- 3a Laat het blokje trillen (beginuitwijking ongeveer 5 cm) en pak tijdens het trillen het elastiek in het midden beet. Hou dit midden op zijn plaats. De

spankracht verandert daardoor niet. Wat merk je op aan de frequentie? Laat je antwoord controleren.

- 3b** Leg nu uit waarom methode I onjuist is, gelet op het tweede doel van de proef (zie boven).
- 4** Beschrijf een methode om de hier ingestelde spankracht van het elastiek met behulp van een veerunster (ook wel dynamometer of krachtmeter genoemd) te bepalen. Verduidelijk je methode eventueel met een tekening. (Je mag het niet uitproberen, dat wil zeggen: je mag aan deze opstelling niets veranderen.)

Lever je antwoordblad in en vraag om deel 2 van de toets.

[max. score]

1 Deze opdracht wordt niet beoordeeld.

[3 p] **2** Het nauwkeurigst is methode _____. Toelichting: _____

[2 p] **3a** _____
Controle docent: _____

[4 p] **3b** _____

[4 p] **4** _____

Uitvoering

Bij het onderzoeken hoe de trilfrequentie van het blokje verandert met de spankracht van het elastiek, moeten we het elastiek bij iedere nieuwe meting strakker trekken en opnieuw inklemmen zonder de klem te verzetten; anders variëren we immers behalve de spankracht ook de lengte van het elastiek. De frequentie kunnen we bepalen door de trillingstijd (de tijd nodig voor één enkele trilling) te bepalen.

We bekijken eerst de nauwkeurigheid waarmee we de tijd van één enkele trilling *rechtstreeks* kunnen bepalen.

Controleer of het elastiek bij het merkteken is ingeklemd. Verzet geen klemmen.

5a1 Laat het blokje éénmaal heen en weer gaan (één trilling). Neem een beginuitwijking van ongeveer 3 cm. Meet de tijd van deze ene trilling en noteer de gemeten waarde.

5a2 Herhaal 5a1 viermaal.

5b Bepaal de trillingstijd op grond van je metingen bij 5a. Geef een toelichting.

5c Geef ook de bijbehorende meetfout (ook wel ‘onnauwkeurigheid’ of ‘meet-onzekerheid’ genoemd) op grond van deze metingen. Licht deze waarde toe.

5d Door de tijd van een aantal trillingen te meten in plaats van de tijd van één enkele trilling wordt de meetfout van de trillingstijd kleiner. Hoe groot moet dit aantal trillingen minstens zijn om de meetfout te verkleinen tot 0,01 s? Licht je antwoord toe.

Je kunt de spankracht van het elastiek op de volgende manieren bepalen:

A Met een unster aan de bovenkant van het blokje trekken totdat het touwtje net niet meer gespannen is, dan de unster aflezen, en vervolgens het blokje los wegen. Het verschil van beide aflezingen geeft de spankracht.

B Het elastiek aan de onderkant van het blokje losmaken en met een unster het elastiek uitrekken tot de oorspronkelijke lengte, en dan de unster aflezen.

6 Bepaal de spankracht op beide manieren terwijl het elastiek op het merkteken is ingeklemd. Noteer je metingen en eventuele berekeningen. (De klemmen niet verzetten!)

Bij het verdere onderzoek bepalen we de spankracht volgens manier B.

7 Noem twee voordelen van manier B ten opzichte van manier A.

Het tweede doel van onze proef is: *onderzoeken hoe de trilfrequentie afhangt van de spankracht*. In plaats van de frequentie zullen we steeds de trillingstijd T bepalen.

Bij dit onderzoek variëren we de spankracht door het elastiek steeds iets strakker te trekken en vervolgens opnieuw in te klemmen.

8 Bepaal de trillingstijd van het blokje voor vijf verschillende waarden van de spankracht. Begin te meten met het elastiek ingeklemd bij het merkteken en meet tot een spankracht van ongeveer 1 N. Meet steeds de tijd van 10 trillingen. Neem steeds een beginuitwijking van ongeveer 3 cm. Vul de resultaten in op het antwoordblad.

9 Zet in het diagram op het antwoordblad de trillingstijd T uit tegen de spankracht F_{sp} .

Lever je antwoordblad in en vraag om deel 3 van de toets.

[max. score]

[4 p] **5a1** $T =$ _____

[2 p] **5a2** $T =$ _____ $T =$ _____ $T =$ _____ $T =$ _____

[2 p] **5b** $T =$ _____

Toelichting: _____

[2 p] **5c** Meetfout = _____

Toelichting: _____

[4 p] **5d** Minimum aantal = _____

Toelichting: _____

[8 p] **6** Bepaling spankracht volgens manier A _____

Spankracht volgens manier B _____

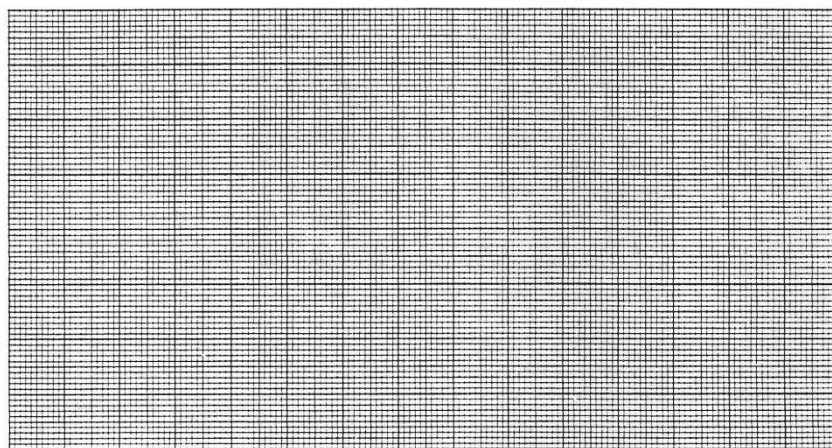
[6 p] **7** Voordeel 1 _____

Voordeel 2 _____

[8 p] **8**

F_{sp} (N)	$10 \cdot T$ (s)	T (s)

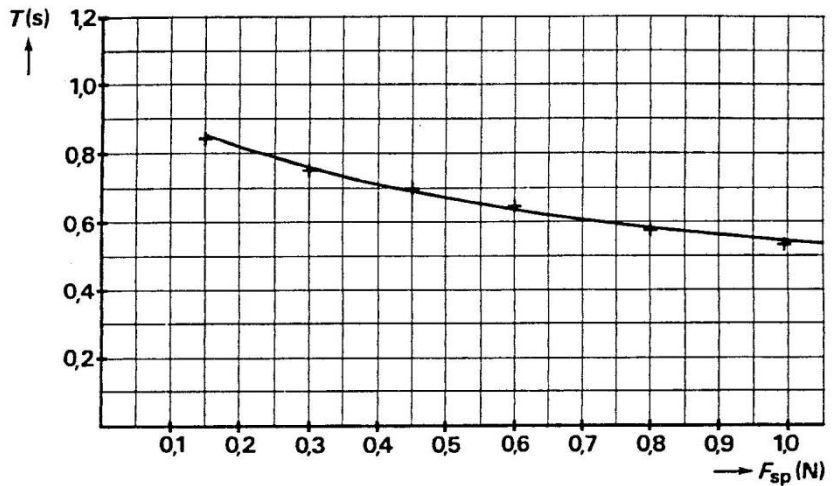
[6 p] **9**



→ F_{sp} (N)

Conclusies

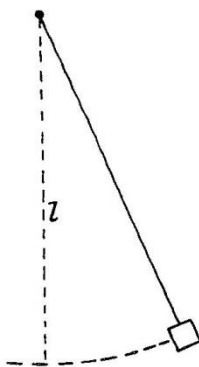
In dit deel zullen we de meetresultaten aan een nader onderzoek onderwerpen. Hieronder is het diagram getekend dat gebaseerd is op meetwaarden die gevonden zijn door de samenstellers van deze toets (figuur 3).



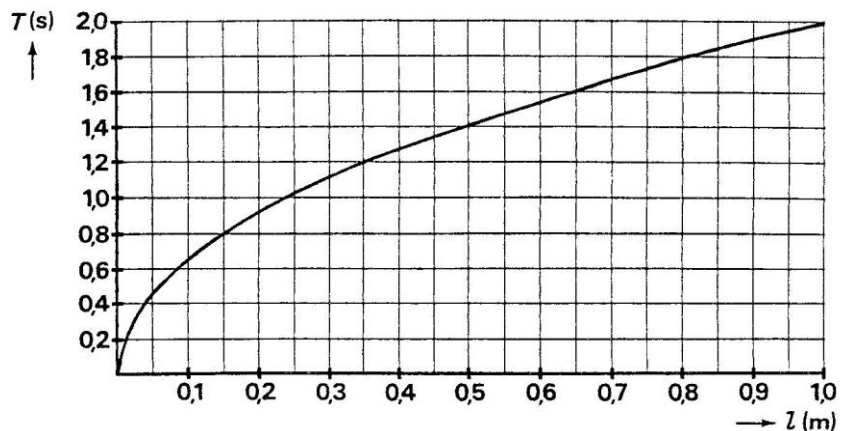
Figuur 3

- 10** Geef aan welke van de volgende conclusies juist en welke onjuist zijn. (T is de trillingstijd, F_{sp} is de spankracht.)
- A T neemt af met toenemende F_{sp} .
 - B T is recht evenredig met F_{sp} .
 - C T is omgekeerd evenredig met F_{sp} (dus $T \cdot F_{sp} = \text{constant}$).
 - D De verandering van T neemt toe bij toenemende F_{sp} .
- 11** Moet de bokser het rubberkoord van zijn boksbal strakker of minder strak spannen om de trilfrequentie van zijn boksbal te verhogen? Licht je antwoord toe aan de hand van figuur 3.

Voordat we de invloed van de massa van de boksbal op de frequentie nagaan, zullen we de grafiek van figuur 3 afmaken: de trillingstijd bij spankrachten kleiner dan 0,1 N. Hiertoe vergelijken we de model-opstelling met een slinger zonder elastiek.



Figuur 4



Figuur 5

Als we het elastiek verwijderen, houden we een slinger over (zie figuur 4). Bij een slinger hangt de slingertijd niet af van de massa van het blokje, maar wel van

de lengte ℓ van de slinger. Deze afhankelijkheid is weergegeven in figuur 5. In ons experiment is ℓ gelijk aan 27 cm.

Maak van het bovenstaande gebruik bij de beantwoording van de volgende opdracht over onze model-opstelling.

- 12** Teken in het diagram op het antwoordblad hoe de grafiek van figuur 3 verder loopt voor steeds kleinere spankracht. Geef een toelichting.

In onze opstelling van de model-boksbal zorgt het elastiek er voor dat de massa wel degelijk van invloed is op de trillingstijd. Voor deze situatie geldt dat de invloed van het elastiek op de trillingstijd kleiner wordt naarmate de massa van het blokje groter wordt.

- 13** Schets in het diagram op het antwoordblad het verloop van de grafiek als men een zwaardere blokje had genomen.

- 14** Beoordeel de volgende twee beweringen op hun juistheid. Geef een toelichting.

- A De bokser wil de frequentie van zijn boksbal verhogen om snellere stoten te oefenen. Hij kan dit bereiken door zijn boksbal te vervangen door een zwaardere.
- B De bokser wil een zwaardere bal gebruiken om hardere stoten te oefenen. De frequentie moet constant blijven. Hij kan de frequentie constant houden door bij een zwaardere bal het rubberkoord strakker te spannen.

Einde van de toets. Lever je antwoordblad in.

[max. score]

[4 p] **10** Juist is (zijn) _____
Onjuist is (zijn) _____

[3 p] **11** Om de trilfrequentie te verhogen moet de bokser het rubberkoord _____
_____ spannen.

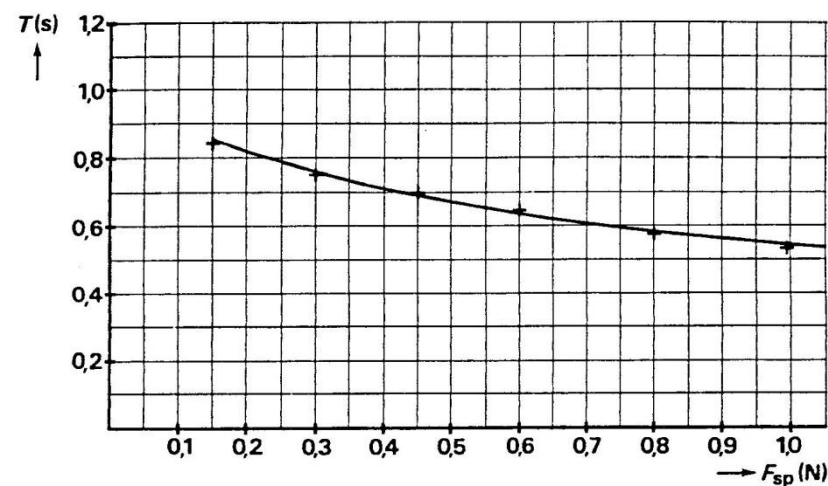
Toelichting: _____

[3 p]

[3 p]

12

13



12 Toelichting verloop voor kleinere spankracht: _____

[5 p] **14** Bewering A is _____ Toelichting: _____

Bewering B is _____ Toelichting: _____
