

Veren beter bekeken - uitwerking

Gebruikte veer:

6393-42476

Veer 150 mm veerconstante 10 N/m maximale belasting 10 N.

€ 4,62

<http://www.vosinstrumenten.nl/onderwijs/natuurkunde/meten-wegen/veren-dynamometers/spiraalveren.html>

Nodig:

Veer, statief met zijstang voor ophangen veer, meetlat, paperclips als gewichten (grote, massa ongeveer 1,3 g voor grafiek gebruikt, nu bij toets de 50 mm van Staples een massa van $1,07 \pm 0,01$ g).

Gebruikte veer, $M = 27,3 \pm 0,15$ g met de 0,15g de spreiding, de meetonzekerheid kan 0,1 g zijn. $L_0 = 13,4 \pm 0,1$ cm (puur de windingen) en het aantal windingen is (ongeveer) 200. Dat betekent per winding een massa van 0,135 gram.

Voor de veer in situatie 3 geldt: $u = \frac{L_0}{f} \left(\frac{Mg}{2} - F_0 + mg \right)$.

a. Laat zien dat dit een redelijke aanname is. (2pt)

$F = cu$, maar je hebt een beetje voorspanning en verder wegen de windingen ook deels mee, afhankelijk van bovenin of onderaan minder of meer, vandaar de helft. f is de veerconstante per lengte-eenheid van de veer

Voor de veer in situatie 2 geldt, dat niet alleen het uitrekken van de losse windingen speelt, maar ook het loskomen van de windingen die nog aan elkaar zitten.

(Criteria: de drie verschillende onderdelen die zichtbaar zijn duiden, factor $\frac{1}{2}$ en betekenis $\frac{L_0}{f}$.)

b. Bepaal door middel van metingen f en F_0 . (10pt)

Zie eerste grafiek. De steilheid is $\frac{L_0}{f} = \frac{0,02-0}{0,394-0,168} = 0,0885$, dus $f = \frac{L_0}{0,0885} = 1,5$ N.

Bij $u = 0$ geldt dan $0 = \frac{Mg}{2} - F_0 + mg$ en dus $F_0 = \frac{Mg}{2} + mg = 0,132 + 0,169 = 0,30$ N.

(Criteria: Opzet metingen, aantal, nauwkeurigheid, indicatie van meetonzekerheid, bepalen rechte deel van grafiek, aflezen gegevens met voldoende nauwkeurigheid, conclusies trekken)

c. Bepaal in welk gebied situatie 2 geldt. (2pt)

Volgens de grafiek lijkt dat rond de 0,05 N de eerste windingen een beetje los gaan komen. Tegen de 0,3 N krijgen we een rechte lijn, wat overeenkomt met de F_0 , die gevonden is.

(Criteria: verantwoording keuze en redelijke bepaling van gebied uit eigen data)

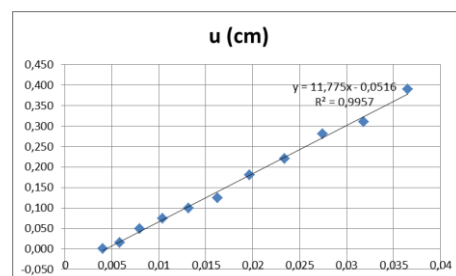
d. Bedenk wat voor soort verband er in gebied 2 geldt en toon dat aan. (6pt)

Volgens Gluck (2010) zou moeten gelden:

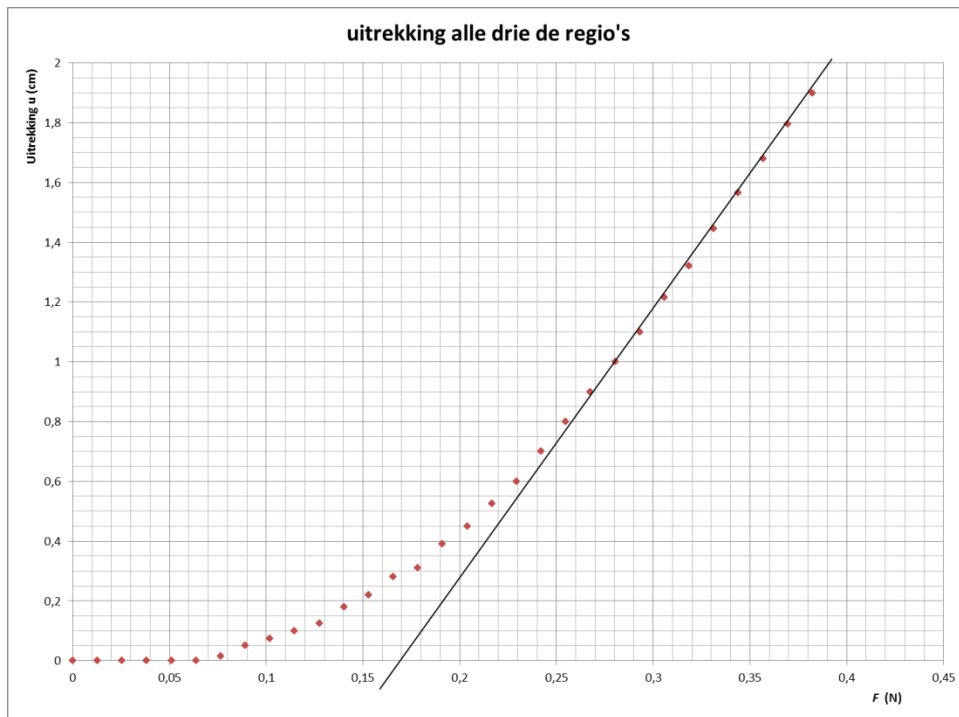
$$u = \frac{L_0}{f} \left\{ \left(\frac{Mg}{2} - F_0 + \frac{F_0^2}{2Mg} \right) + \left(g - \frac{F_0}{M} \right) m + \frac{g}{2M} m^2 \right\}$$

Alleen het genoemde gebied uitzetten geeft een vermoeden dat dit kwadratisch is, wat ook gesuggereerd wordt door zowel loskomen als verder uitrekken van windingen.

De uitrekking uitzetten tegen het kwadraat van de kracht levert inderdaad een rechte lijn op.



(Criteria: idee van kwadratisch beschreven en verantwoord, uitgezet in aangepaste grafiek of anderszins goed duidelijk gemaakt)



clips	F (N)	u (cm)
0	0	0
1	0,01274	0
2	0,02548	0
3	0,03822	0
4	0,05096	0
5	0,0637	0
6	0,07644	0,015
7	0,08918	0,05
8	0,10192	0,075
9	0,11466	0,1
10	0,1274	0,125
11	0,14014	0,18
12	0,15288	0,22
13	0,16562	0,28
14	0,17836	0,31
15	0,1911	0,39
16	0,20384	0,45
17	0,21658	0,525
18	0,22932	0,6
19	0,24206	0,7
20	0,2548	0,8
21	0,26754	0,9
22	0,28028	1
23	0,29302	1,1
24	0,30576	1,215
25	0,3185	1,32
26	0,33124	1,445
27	0,34398	1,565
28	0,35672	1,68
29	0,36946	1,795
30	0,3822	1,9

