

## Lösningförslag

Vi vill bestämma konstanten  $a$  i uttrycket för periodtiden  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}(1 + \theta^2/a)$ <sup>1</sup>. Notera först att uttrycket kan linjäriseras genom att periodtiden  $T$  plottas mot kvadraten av utslagsvinkeln  $\theta^2$ . Den räta linje på formen  $y(\theta^2) = k\theta^2 + m$  som på så sätt erhålls kommer att ha  $m = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$  och  $k = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}/a$ . Efter att värdena på  $m$  och  $k$  avlästs från grafen kan alltså den sökta konstanten  $a$  fås enligt  $a = m/k$ .

Övergå sedan till mätningarna. Beräkna först längden av pendeln. Detta kan göras med tumstocken eller genom att mäta periodtiden för en liten utslagsvinkel och lösa ut längden:  $l = T^2g/4\pi^2$ . För beräkningarna nedan används  $l = 0,98$  m. Nu kan utslagsvinkeln mätas enligt följande: Placera stativet på något (horisontellt) avstånd  $d$  från pendelns jämviktsposition, dra ut pendeln så att den snuddar vid stativet och lös med trigonometri ut  $\theta = \arcsin(d/l)$ <sup>2</sup>. Små fel i  $l$  och  $d$  har försumbar effekt på resultatet givet pendelns förhållandevis långa längd.

Mät nu med hjälp av laserbrytaren periodtiden för olika utslagsvinklar. Här finns tre potentiella svårigheter som måste beaktas.

- Mätning över många perioder ger felaktiga resultat eftersom amplituden på svängningen hinner minska kraftigt, särskilt för stora utslagsvinklar. Det är därför lämpligt att ta medelvärdet av de 2-3 första perioderna.
- Pendeln befinner sig i sitt jämviktsläge rakt framför sensorn, vilket kan ge ett antal felaktiga mätpunkter vid mätningens start. Därför måste pendeltråden hållas borta från sensorn medan mätningen startas. En alternativ lösning på problemet är att låta pendeln hänga kvar medan mätningen startas och sedan förkasta de första mätpunkterna.
- Sensorn och tejpbiten hamnar lätt ocentrerat, vilket leder till att halvperioderna (alltså tiden det tar för pendeln att ta sig från jämviktsläget, ut och tillbaka till jämviktsläget åt det ena respektive det andra hållet) inte uppmäts till samma tid. Det är därför viktigt att ta summan av två på varandra följande tidsintervall för att få den totala periodtiden  $T$ <sup>3</sup>.

De erhållna mätvärdena sammanfattas i följande tabell och graf. Ur grafen kan det utläsas att det sökta värdet  $a$  ges av  $a = m/k = 16,9$  rad<sup>-2</sup>. Detta skiljer sig med cirka 6% från det teoretiska värdet, som är  $a = 16$  rad<sup>-2</sup>. Ett rimligt resultat, givet att linjariseringen görs för hand, är  $a \in [14,18]$ . En högre noggrannhet kan uppnås om flera mätningar görs för varje utslagsvinkel.

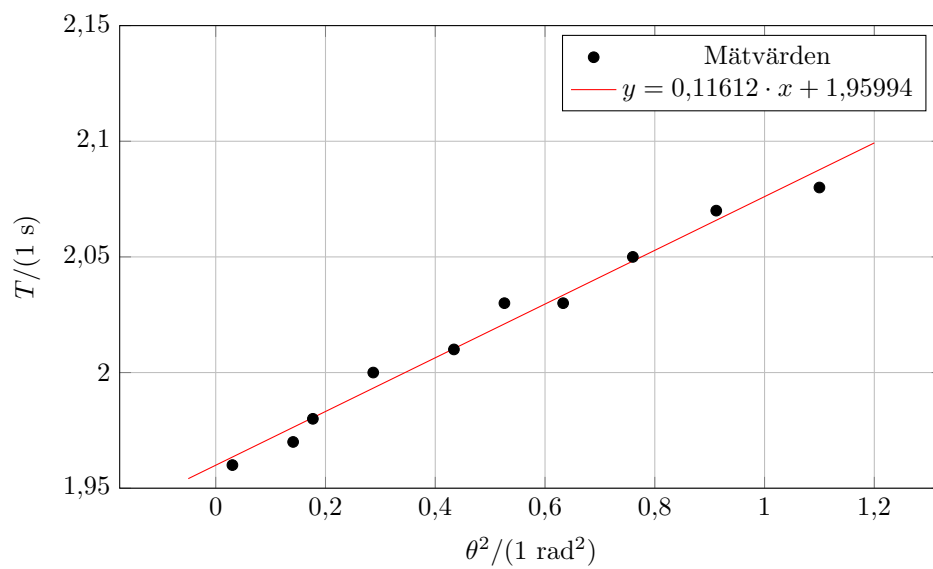
Periodtid $T$ [s]	Avstånd till stativet $d$ [m]	Kvadraten av vinkeln $\theta^2$ [rad <sup>2</sup> ]
1,96	0,17	0,0304
1,97	0,36	0,141
1,98	0,40	0,177
2,00	0,50	0,287
2,01	0,60	0,434
2,03	0,65	0,526
2,03	0,70	0,633
2,05	0,75	0,760
2,07	0,80	0,912
2,08	0,85	1,10

Tabell 1: Periodtiden som funktion av avståndet till stativet och av kvadraten av utslagsvinkeln.

<sup>1</sup>Vi har försummat alla termer som innehåller potenser av utslagsvinkeln  $\theta$  som är större än 2.

<sup>2</sup>Vi anmärker att det inte spelar någon roll till vilken punkt på pendeln man mäter längden  $l$ . Det viktiga är att även avståndet  $d$  mäts till samma punkt på pendeln.

<sup>3</sup>De tävlande förväntas inte redovisa sensorns rådata, utan endast ett medelvärde för periodtiden för varje vinkel.



Figur 1: Plott av mätdata och linjäranpassning.