

Lösningsförslag

Vi börjar med att ansätta ett potenssamband,

$$v_{\text{jud}} = CF^\alpha.$$

För att rimlighetsbedöma detta samband gör vi en kvalitativ granskning av gränfallen där strängen är helt osträckt respektive där spännkraften är mycket stor (under antagande att varken strängen eller uppställningen går sönder). Om strängen är helt osträckt kommer ingen transversell våg att kunna propagera på strängen överhuvudtaget, så $F = 0 \Rightarrow v_{\text{jud}} = 0$. Å andra sidan, ju större spännkraften är desto snabbare återgår strängen till sitt jämviktsläge om den avviker från detta och går spännkraften mot oändligheten kommer strängen återgå till sitt jämviktsläge oändligt snabbt. Detta leder till att $F \rightarrow \infty \Rightarrow v_{\text{jud}} \rightarrow \infty$. Detta stämmer överens med ett potenssamband med positiv exponent varför vår ansättning är rimlig.

Gör sedan en mätserie över frekvens för strängens grundton som funktion av strängens sträckning, räknat i antal sjättedelars vridningsvarv n hos skruven från osträckt läge. Sjättedelars vridningsvarv är lämpligt då skruvens huvud har formen av en hexagon vilket gör det lätt att mäta sjättedelars varv någorlunda exakt. Vrid först skruven så att strängen hänger slak. Vrid sedan på skruven så att strängen precis hänger rak och börjar töjas ut och notera detta som startläge. Fortsätt vrida så att man kan knäppa en mätbar ton i strängen och notera grundfrekvens och antal vridningsvarv hos skruven. Vrid sedan ytterligare och mät frekvens för olika sträckningar. Mätvärden ges i tabell 1.

Sträckning n [1/6 vridningsvarv]	Grundfrekvens f [Hz]
4	170
5	192
6	210
7	227
8	245
9	261
10	272
11	288
12	300
13	314
14	326

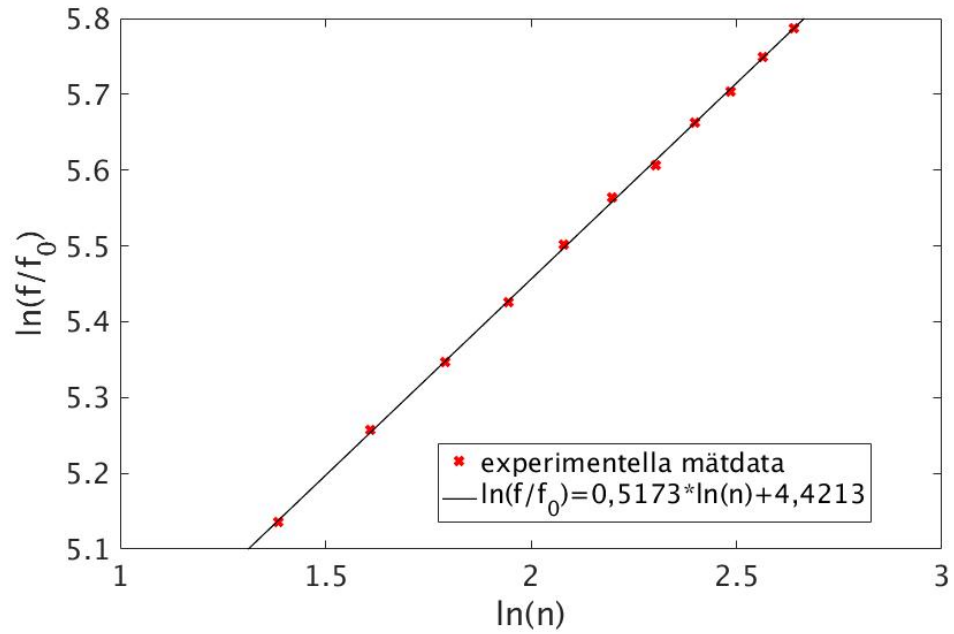
Tabell 1: Grundfrekvens som funktion av sjättedelars vridningsvarv från osträckt läge. Observera att denna mätserie genomförts med annan mätutrustning för frekvensmätning än den som används under tävlingen.

För att kunna undersöka sambandet mellan ljudfart och spännkraft noterar vi att ljudfarten är proportionell mot frekvensen och att spännkraften är proportionell mot sträckningen (som är proportionell mot antal vridningsvarv hos

skruven). Vi kan alltså skriva om det ansatta sambandet på formen

$$f = C_2 n^\alpha.$$

Vi linjäriserar detta samband genom att logaritmera båda leden i sambandet så att vi får en ekvation på formen $\ln f/f_0 = \alpha \ln n + \ln C_2$ där $f_0 = 1$ Hz för att det vi logaritmerar ska vara enhetslöst. Sedan plottar vi $\ln f/f_0$ mot $\ln n$ och bestämmer sedan α som lutningen i den erhållna grafen. En sådan plot visas i figur 1.



Figur 1: Logaritmerad plott av mätdata och linjäranpassning.

Vi utläser ur grafen att det uppmätta värdet på α blir $\alpha = 0,5173$. Vi avrundar detta till närmsta enkla rationella tal dvs $\alpha = 0,5$. Vi drar alltså slutsatsen att $f \propto \sqrt{n}$ och därmed att $v_{\text{jud}} \propto \sqrt{F}$.