

Flygelstrengene

Fysik råder over et helt sæt gamle basstrengene fra et flygel samt 7 nye flygelstrengene med forskellige numre: 13, 14,, 19.

I skolens flygel i salen er der brugt strengene med numrene 13½, 14, 14½, 15, 15½, 16, 16½, 17, 17½, 18, 19, 20 og 21, så de 7 strengene vi har er et rimeligt udsnit af typiske flygelstrengene.

Jeg har foretaget en opmåling af strengenes diametre, så vi senere kan genkende dem hvis/når mærkesedlerne falder af dem. Jeg har også målt deres masser og længder og derefter beregnet deres masse pr. længde. For at checke om de er lavet af samme materiale har jeg beregnet forholdet mellem masse pr. længde og kvadratet på diameteren. Alle disse tal fremgår af nedenstående tabel.

Nr.	Diameter	Masse	Længde	μ	μ/d^2
	mm	g	m	g/m	
13	0,7745	13,554	3,6780	3,6852	6,1435
14	0,8250	15,825	3,8060	4,1579	6,1090
15	0,8725	15,874	3,3985	4,6709	6,1358
16	0,9250	18,858	3,5880	5,2559	6,1427
17	0,9680	15,496	2,6845	5,7724	6,1604
18	1,0245	20,085	3,1155	6,4468	6,1421
19	1,0700	23,086	3,2710	7,0578	6,1645

Hvis man beregner gennemsnittet af μ/d^2 giver det $6,1426 \pm 0,5 \%$ og det tyder på at strengene er lavet af samme materiale.

Jeg har med en målestok foretaget en opmåling af de fysiske længder af de svingende a-strengene på flyglet i salen. Resultaterne fremgår af nedenstående tabel.

Tone	Frekvens	Længde
	Hz	cm
a	27,5	162,4
a	55	133,5
a	110	138,7
a	220	77,0
a	440	40,0
a	880	21,8
a	1760	11,5
a	3520	5,8
c	4186	4,7

De 88 toner der er på flyglet bliver leveret af 8 enkelte basstrengene, 12 dobbelte basstrengene og 68 3-dobbelte diskantstrengene.

Nedenfor ses alle disse 88 toner hvor jeg har benyttet notationen @ efter g for gis = <g.

Ligeledes ses det hvilke strengtyper der er anvendt. Fra og med den streng der er understreget bruges den nævnte strengtype, f.eks. nr. 21 bruges kun til f og <f, hvorefter nr. 20 bruges for de næste 8 strengene. Alle a-toner er skrevet med fed skrift for bedre at kunne orientere sig og kammertonen a = 440 Hz er skrevet med stort A.

ahcde f@ahcde f@ahcdef@ahcdef@Ahcdef@ahcdef@ahcdef@ahc

Enkelte Dobbelte 21 20 19 18 17½17 16½16 15½ 15 14½ 14 13½

De første 8 er de enkelte basstrengene, de næste 12 er de dobbelte basstrengene og de sidste er de 68 3-dobbelte diskantstrengene.

Alle basstrengene er metaltråde som er bevirket med en anden metaltråd og alle diskantstrengene er metaltråde med forskellige tykkelse.

I det følgende forsøger jeg at give et overslag over hvor stor snorkraften skal være for at de forskellige strenge kan opnå de frekvenser de skal:

Den dybeste tone $a = 27,5$ Hz:

Den streng vi har er 173,0 cm lang, men det er kun de 146,5 cm i midtern der er bevirket mens der i de to ender er hhv. 17,0 cm og 9,5 cm som ikke er bevirket. Diameteren af selve tråden er 1,62 mm mens diameteren af det bevirkede område er 5,35 mm. Massen er 242,43 g.

Et ret groft overslag over μ er $242,43 \text{ g}/1,65 \text{ m} = 0,14695 \text{ kg/m}$

Sammenhængen mellem frekvens, længde, snorkraft, masse pr. længde og nummeret på partialtonen er givet ved ($n = 1$):

$$f = n(S/\mu)^{1/2}/(2L) \quad \Upsilon \quad S = \mu(2Lf)^2$$

Da frekvensen er 27,5 Hz og længden af den dybe a-streng på flyglet er 1,624 m og $\mu = 0,14695 \text{ kg/m}$ bliver $S = 1172 \text{ N}$.

$$A = 220 \text{ Hz} , \text{ nr. 19 streng} , \mu = 7,0578 \text{ g/m} , L = 77,0 \text{ cm} \quad \Upsilon \quad S = 810 \text{ N}$$

$$A = 440 \text{ Hz} , \text{ nr. 17 streng} , \mu = 5,7724 \text{ g/m} , L = 40,0 \text{ cm} \quad \Upsilon \quad S = 715 \text{ N}$$

$$A = 440 \text{ Hz} , \text{ nr. 18 streng} , \mu = 6,4468 \text{ g/m} , L = 40,0 \text{ cm} \quad \Upsilon \quad S = 799 \text{ N}$$

$$A = 880 \text{ Hz} , \text{ nr. 16 streng} , \mu = 5,2559 \text{ g/m} , L = 21,8 \text{ cm} \quad \Upsilon \quad S = 774 \text{ N}$$

$$A = 1760 \text{ Hz} , \text{ nr. 15 streng} , \mu = 4,6709 \text{ g/m} , L = 11,5 \text{ cm} \quad \Upsilon \quad S = 765 \text{ N}$$

$$A = 3520 \text{ Hz} , \text{ nr. 14 streng} , \mu = 4,1579 \text{ g/m} , L = 5,8 \text{ cm} \quad \Upsilon \quad S = 693 \text{ N}$$

Man kan se at en typisk snorkraft er af størrelsesordenen 750 N, så da der er 8 enkeltstreng, 12 dobbeltstreng og 68 3-dobbelte strenge er der i alt 236 strenge og den samlede kraft er $236 \cdot 750 \text{ N} = 177000 \text{ N}$ hvilket svarer til ca. 18 tons.