

## Kapitel 2: For-loopar

## Övning 3: Loopar med toner

I denna tredje aktivitet för kapitel 2, kommer du att lära dig sambandet mellan frekvenserna hos skalor i musik och därefter skriva ett program som spelar toner som musiker har använt i många århundraden.



## Lite musikteori

Musiktoner bestäms av frekvensen hos vibrerande föremål, t.ex. en högtalare, ett trumskinn eller en sträng på en gitarr. Mellan tonerna i musikskalan finns ett speciellt matematiskt samband. Det finns 12 steg in en oktav. Om en ton har frekvensen  $F$  så har nästa ton frekvensen  $F \cdot \sqrt[12]{2}$ .

Om vi multiplicerar en tons frekvens med  $\sqrt[12]{2}$  eller  $2^{1/12}$  (tolfte roten ur 2) tolv gånger så får vi som resultat en fördubbling av den ursprungliga frekvensen:

$$F \times \left(2^{1/12}\right)^{12} = 2 \times F$$

Om t.ex. en ton har frekvensen 440 Hz, så har en ton en oktav högre frekvensen 880 Hz och en ton en oktav lägre frekvensen 220 Hz.

Det mänskliga örat tenderar att höra båda tonerna en oktav bort som väsentligen samma beroende på närbesläktade övertoner. Av detta skäl så ges toner en oktav bort samma namn i vårt notsystem. Namnet på en ton en oktav ovanför C kallas också C. Intervallen mellan dessa toner kallas halvtoner. I denna lektion ska vi använda oss av  $2^{1/12}$ -förhållandet för att generera 12 toner i en oktav.

Ettstrukna C har frekvensen 261,64Hz. En oktav högre än ettstrukna C, kallas tvåstrukna C, har frekvensen  $2 \times 261,64$  Hz eller 523.28Hz. Det är 12 steg (halvtoner) mellan dessa två toner och i varje steg ökar frekvensen med faktorn  $2^{1/12}$ .

Titta på skärmbilden till höger där vi matat in 261.64 på startskärmen och sedan tryckt på `enter`. På nästa rad har vi sedan multiplicerat detta värde med  $2^{1/12}$ . Då trycker vi bara på `x` och sedan  $2^{1/12}$ . Räknaren lägger till **Svar** i början eftersom multiplikationssymbolen kräver att man har något (ett tal) framför den. Sedan trycker vi bara `enter` upprepade gånger.

Vi ska använda denna repetitiva princip i vårt program. Om man fortsätter att trycka på `enter` så blir det tolfte svaret 523.28. Detta tal blir ju då dubbelt så stort som startvärdet.

**Lärarkommentar:** Detta kan vara ganska komplicerat för de elever som inte är vana vid potenser och rötter. Om man har tillgång till ett piano eller ett keyboard så kan man demonstrera ljudet från toner en oktav från varandra och de 12 halvtonerna i en oktav (om man inkluderar de svarta tangenterna!).

## Syfte:

- Förklara "tolfte roten ur två-sambandet" i musikskalan
- Skriva ett program som spelar tonerna i en skala

NORMAL FLYT AUTO REELL RAD MP	
261.64	261.64
Svar*2 <sup>1/12</sup>	277.197924
Svar*2 <sup>1/12</sup>	293.6809703
Svar*2 <sup>1/12</sup>	311.1441496

