# Anvendelse af logaritmer, cent, decibel, pH og Richter-skalaen

Hannah Fry, Numberphile, Webers law

<https://www.youtube.com/watch?v=hHG8io5qIU8>

**Vores sanser reagerer logaritmisk på en fysisk påvirkning fra omgivelserne**

*Hvis der er Meget, skal der Meget mere til, før vi kan Mærke det. (M&M&M)*

1. Det er nemt at se forskel mellem 10 prikker og 20 prikker, men umuligt at se forskel på 100 og 120 prikker
2. Man kan mærke en vægtforskel mellem 100 g og 120 g, men ikke mellem 200 g og 220 g. det er ikke vægtforøgelsen i sig selv, men vægtforøgelsen i forhold til startvægten.
3. Man kan afgøre en forskel mellem 1 og 2 sekunder, men det er svært at afgøre om der er gået 60 eller 61 s. Jo ældre man bliver jo hurtigere synes man et år går
4. Man kan se forskellen mellem en længde på 1 og 2 cm, men det er svært at se forskellen på 100 cm of 101 cm, hvid de to længder ikke er placeret lige op af hinanden. Det har betydning, hvis forskellige ruter på et kort angives med forskellig tykkelse

Netop mærkbar forskel hedder på engelsk ***J****ust-****N****oticeable* ***D****ifference* (JND). Se prik-eksemplet på

<https://en.wikipedia.org/wiki/Weber%E2%80%93Fechner_law>

## 1. Netop hørbar frekvensforskel og cent-skalaen

Hvis der et en netop hørbar forskel fra 100 Hz til 101 Hz, så kan man også høre forskel på en 1000 Hz og 1010 Hz. Det er en frekvensforskel på 10 Hz, men i begge tilfælde er det den samme procentforøgelse, nemlig 1 %. En halvtone inddeles i 100 lige store dele, kaldet 1 cent. Et halvtone-trin svarer til 100 cent, et kvarttone-trin til 50 cent.

**Opgave 1**

1. Vis, at oktaven giver cent-værdien 1200
2. Vis, at et halvtone-trin giver cent-værdien 100
3. Vis, at den ligesvævende kvint giver cent-værdien 700
4. Vis, at den rene kvint, hvor frekvensen er forøget med 50 %, giver cent-værdien 702

Går man 12 ligesvævende kvinter op på et klaver, svarer det til 7 oktaver. Går man 12 rene kvinter op, så rammer man 24 cent over oktaven.

**Opgave 2.** Tre ligesvævende stortertser giver en oktav

Den ligesvævende storterts er 400 cent.

1. Vis at den rene storterts, hvor frekvensen er forøget med 25 %, giver cent-værdien 386
2. Vis at tre rene stortertser (5/4) efter hinanden rammer 42 cent under oktaven

Det er svært at høre en frekvensforskel under 10 cent. 17 cent svarer til 1 % større frekven

## 2. Netop hørbar forskel og decibel-skalaen

Intensitet måles i joule pr. sekund pr. kvadratmeter hvilket er lig med . Smertegrænsen er ved og det netop hørbare er ved . Lydstyrken *L* målt i decibel (dB) er opkaldt efter Graham Bell og er defineret ved

hvor *I* er lydbølgens intensitet og *I*0 er den netop hørbare intensitet (ved 1000 Hz)

**Opgave 3.** *Smerte-og høregrænsen.*

1. Udfyld resten af skemaet

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *I* (W/m2) | 10-12 | 10-10 | 10-8 | 10-6 | 10-4 | 10-2 | 1 |
| *L* (dB) | 0 dB | 20 dB |  |  |  | 100 dB |  |

1. Vis, at en intensitet på (smertegrænse) giver et lydniveau på 120 dB
2. Vis at høregrænsen svarer til 0 dB

**Opgave 4.** Hvorfor er 70 dB + 70 dB = 73 dB?

1. Vis, aten violin spiller med en lydstyrke på 70 dB, hvilket svarer til lydintensiteten
2. Vis at to violiner spiller med en lydintensitet på , hvilket svarer til en lydstyrke på 73 dB

**Opgave 5.** Hvorfor er 10 gange 70 dB = 80 dB?

Vis, at lydstyrken fra 10 violiner er 10 dB større end lydstyrken fra en violin.

En fordobling af lydintensiteten, giver en lydstyrkestigning på 3 dB. Hver gang en *x-*værdi *multipliceres med 2*, *så adderes 3* til *y*-værdien. Hver gang lydintensiteten vokser med 26 %, så forøges lydstyrken med 1 dB. En stigning på 1 dB, kan næsten ikke høres, men en stigning på 3 dB høres tydeligt.

**Opgave 6**

Begrund påstanden. ”Hver gang lydintensiteten vokser med 26 %, så forøges lydstyrken med 1 dB”.

3. pH-skalaen

Et mål for surhedsgraden af en syre eller base, Sørensen 1906, men ingen ved hvad p’et i pH står for, men et bud er potens

Hvor er koncentrationen af -ioner målt i mol/liter. Kendes pH-værdien kan koncentrationen bestemmes ud fra

**Opgave 7**

1. Udfyld resten af skemaet. Hvor meget forøges pH med, når koncentrationen bliver 10 gange større?

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 10-14 | 10-12 | 10-10 | 10-8 | 10-6 | 10-4 | 10-2 |
|  pH | 14 | 12 |  |  |  | 4 | 2 |

1. Vis, at koncentrationen giver pH-værdien 7
2. Vis, at pH-værdien 0, giver koncentrationen

<https://sciencelabs.dk/?page_id=1343>

<https://videnskab.dk/naturvidenskab/ingen-ved-hvad-pet-i-ph-egentlig-staar-for/>

4. Richterskalaen

Charles Richter 1935 har opstillet et mål for styrken jordskælv. Sammenhængen mellem energien der frigives i joule og richtertallet M er givet ved

**Opgave 8**

1. Vis, at en energifrigivelse på svarer til 7 på Richterskalaen
2. Vis, at en energifrigivelse på svarer til 7,7 på Richterskalaen.

**Opgave 9**

Jordskælvet i San Francisco i 1902 havde størrelsen 8,2 på Richterskalaen. Vis at den energi, der blev frigivet var

**Opgave 10**

Vis, at et jordskælv med richtertallet 7 er udløser 31,6 gange så meget energi som et jordskælv med richtertallet 6.

<https://www.math.wichita.edu/~richardson/earthquake.html>