

# Måleusikkerhed med max/min-metoden

Betydende cifre og titalspotenser

## Indholdsfortegnelse

<b>Titalspotenser</b> .....	<b>1</b>
Eksempel hvor eksponent er et positivt tal.....	1
Eksempel hvor eksponent er et negativt tal .....	1
<b>Betydende cifre</b> .....	<b>1</b>
<b>Måleusikkerhed</b> .....	<b>2</b>
Eksempel .....	2
<b>Max/min-metoden</b> .....	<b>2</b>

## Titalspotenser

I fysik arbejdes der med tal. Tallene kan være meget store, f.eks. når afstandene i universet skal angives, eller meget små, fx når diameteren af et atom skal angives. For at give et hurtigt overblik over tallets størrelse bruges tier potenser.

Tier potenser betyder tallet 10 opløftet i potens. F.eks. kan 1000 skrives som  $10^3$ .

### Eksempel hvor eksponent er et positivt tal

$$10^3 = 10 \cdot 10 \cdot 10 = 1000$$

$$3,4 \cdot 10^3 = 3,4 \cdot 1000 = 3400$$

### Eksempel hvor eksponent er et negativt tal

$$10^{-1} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$2,4 \cdot 10^{-1} = 2,4 \cdot 0,1 = 0,24$$

## Betydende cifre

I alle eksperimentelle fag er størrelserne ikke mere præcise end, hvad den anvendte målemetode tillader, antallet af betydende cifre angiver præcisionen af målingerne.

Antallet af betydende cifre bestemmes ved at tælle alle tal fra venstre mod højre fra det første cifre der ikke er 0. Derfra tælles alle tal med, også 0.

### Eksempel:

Størrelse	Antal betydende cifre	Hvordan er de betydende cifre talt
153,1 g	4	1 for 1-tallet, 2 for 5, 3 for 3 og 4 for 1-tallet efter kommaet.
0,0057 m <sup>3</sup>	2	1 for 5-tallet og 2 for 7. De 3 nuller står til venstre og tæller derfor ikke med.
5203,0 J	5	1 for 5, 2 for 2-tallet, 3 for 0, 4 for 3 og 5 for 0. <b>Da 0 står til højre SKAL det tælles med i antallet af betydende cifre.</b>

## Måleusikkerhed

Enhver måling i fysik er behæftet med en måleusikkerhed. Nogle gange er den lille og andre gange stor. Begge dele kan være interessant at vide, når man skal diskutere udfaldet af et forsøg.

### Eksempel

Ved et forsøg skal man bestemme densiteten af en sten ved at måle masse og volumen. Vi får følgende måleresultater

masse	måleusikkerhed på masse	volumen	måleusikkerhed på volumen
153,1 g	$\pm 0,1$ g	55 cm <sup>3</sup>	$\pm 2$ cm <sup>3</sup>

Densiteten beregnes nu som

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{153,1 \text{ g}}{55 \text{ cm}^3} = 2,784 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Da vi kender volumen med to betydende cifre, vil vi derfor angive resultatet som  $\rho = 2,8 \text{ g/cm}^3$ .

Max/min-metoden kan nu bruges til at vurdere betydningen af måleusikkerheden

### Max/min-metoden

Måleusikkerheden på en beregnet størrelse kan vurderes ved at beregne størrelsen igen med den *mindste* og den *største* værdi indsat.

I eksemplet med densitet kan vi først beregne betydningen af måleusikkerheden på massen:

- Mindste værdi indsat ( $m = 153,0$  g):  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{153,0 \text{ g}}{55 \text{ cm}^3} = 2,782 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
- Største værdi indsat ( $m = 153,2$  g):  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{153,2 \text{ g}}{55 \text{ cm}^3} = 2,785 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Konklusionen må være, at måleusikkerheden på massen kun har betydning på tredje decimal, så det er uden betydning i dette eksperiment.

Vi ser dernæst på betydningen af måleusikkerheden på volumen:

- Mindste værdi indsat ( $V = 53 \text{ g/cm}^3$ ):  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{153,1 \text{ g}}{53 \text{ cm}^3} = 2,89 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
- Største værdi indsat ( $V = 57 \text{ g/cm}^3$ ):  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{153,1 \text{ g}}{57 \text{ cm}^3} = 2,69 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Konklusionen er her, at måleusikkerheden på volumen har betydning allerede på første decimal.

Alt i alt kan vi derfor angive resultatet som

$$\rho = 2,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \text{ med en måleusikkerhed på } \pm 0,1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$